

---

## CLAIMS

---

(57)[Claim(s)]

[Claim 1]

A data buffer

the time of having transmitted data to other terminals -- said -- others -- if channel information about a link with which a link condition turned into a quasistable state from a terminal is received -- said -- others -- a means to hold data transmitted to a terminal to said data buffer

after receiving said channel information even if it goes through predetermined time -- said -- others -- a means to cancel data held at said data buffer when a report of a course error was not received from a terminal

A terminal to provide.

[Claim 2]

A data buffer

the time of having transmitted data to other terminals -- said -- others -- if channel information about a link with which a link condition turned into a quasistable state from a terminal is received -- said -- others -- a means to hold data transmitted to a terminal to said data buffer

A means to transmit a demand for discovering an alternate route over said destination address when a report of a course error is received from a terminal besides the above in predetermined time after receiving said channel information to a terminal of further others

A terminal to provide.

[Claim 3]

A route table which matches a link condition of a link linked to a next destination address for arriving at a communicative destination address and a destination address and a destination address and an address list of transmitting origin which transmits communication towards said destination address to a self-terminal and is held as a course entry

A means to transmit a report of a course error from a terminal besides the above to transmitting origin shown in said address list when said demand goes wrong

The terminal according to claim 2 providing in a pan.

[Claim 4]

The terminal according to claim 2 providing further a means to transmit directions for changing the discovered alternate route concerned as a regular course if an alternate route is discovered to said demand.

[Claim 5]

It is a disposal method in a terminal provided with a data buffer

the time of having transmitted data to other terminals -- said -- others -- if channel

information about a link with which a link condition turned into a quasistable state from a terminal is received -- said -- others -- a procedure of holding data transmitted to a terminal to said data buffer

A procedure which transmits a demand for discovering an alternate route over said destination address to a terminal of further others when a report of a course error is received from a terminal besides the above in predetermined timeafter receiving said channel information

after receiving said channel informationeven if it goes through predetermined time -- said -- others -- a procedure of canceling data held at said data buffer when a report of a course error was not received from a terminal

A providing disposal method.

[Claim 6]

To a terminal provided with a data buffer

the time of having transmitted data to other terminals -- said -- others -- if channel information about a link with which a link condition turned into a quasistable state from a terminal is received -- said -- others -- a procedure of holding data transmitted to a terminal to said data buffer

A procedure which transmits a demand for discovering an alternate route over said destination address to a terminal of further others when a report of a course error is received from a terminal besides the above in predetermined timeafter receiving said channel information

after receiving said channel informationeven if it goes through predetermined time -- said -- others -- a procedure of canceling data held at said data buffer when a report of a course error was not received from a terminal

A program making it perform.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

The wireless ad hoc communication system with which this invention discovers the alternate route about the wireless ad hoc communication system when middle link quality deteriorates especially during transmission of a packetand a subsequent course change is equippedIt is related with the program which makes a computer (terminal) perform the terminal in the system concernedthe disposal method in theseand the method concerned.

[0002]

[Description of the Prior Art]

The miniaturization of electronic equipment and highly efficient-ization progressa

terminal is connected to a network from it having become possible to carry simply and to use on the needed spot and the environment which makes communication possible is called for. Development of the network temporarily built as one if needed, i.e. radio ad hoc network is furthered. In this radio ad hoc network without providing a specific access point each terminal (for example a computer, a Personal Digital Assistant (PDA: Personal Digital Assistance), a cellular phone etc.) carry out autonomous distribution and are connected mutually.

[0003]

In this radio ad hoc network since change of topology takes place frequently unlike the conventional fixed network it is necessary to establish the path control method for securing reliability, i.e. a routing protocol. The routing protocol of the radio ad hoc network proposed now is roughly divided into two categories called a method on demand and a table drive system. The hybrid system which unified these is also proposed.

[0004]

The table drive system and the hybrid system are comparatively strengthened with the obstacle from always exchanging channel information. On the other hand the size of the overhead by always transmitting and receiving information poses a problem. For example considering the environment where the mobile computing devices driven by a cell were connected to the radio ad hoc network a best policy does not exchange channel information from the field of power consumption either. When the cycle which updates a route table is long there is also a problem that a sudden obstacle cannot be coped with.

[0005]

On the other hand since a course discovery request is transmitted just before communicating and a course is created even when an obstacle occurs in a link suddenly in the stage which starts communication a method on demand disregards the link and creates an effective course. However shortly after the quality of the link used deteriorates during communication and it becomes impossible to use a course it will be interrupted and the communication needs to re-create a course from a transmitting agency once again.

[0006]

As a typical routing protocol of a method on demand. For example IETF (Internet Engineering.) There is an AODV (Ad hoc On-demand Distance Vector) protocol proposed by MANET WG (Mobile Ad hoc NETWORK Working Group) of Task Force. In this AODV protocol when an obstacle occurs in a link and is cut with the technique of "local repair" the message which requires rediscovery of a course from the node of both ends is transmitted and the technique of newly creating a course is proposed (for example refer to nonpatent literature 1.).

[0007]

[Nonpatent literature 1]

Ad hoc on-demand distance vector routing (Ad hoc On-demand Distance Vector Routing) the (U.S.) besides Charles Perkins (Charles E. Perkins) Ailly TF (IETF) February 17 2003 p.23-25 the Internet draft <<http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-manet-aodv-13.txt>>

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

According to above-mentioned conventional technology the course in which the obstacle occurred by discovering an alternate route is restorable but when such restoration is impossible one of the nodes which have as a course the link with which the obstacle occurred transmits to transmitting [ a course error message ] origin. The node which received the course error message transmits the course error message to a transmitting agency further after deleting an applicable course.

[0009]

An obstacle occurs to one link and when unrestorable all the courses will be deleted from such character repeating transmission of a course error message. from for example a transmitting agency up to a reception destination -- 10 hop \*\*\*\* -- in an ad hoc network [ like ] when an obstacle was able to get up and is not able to restore from the last one hop all the courses will be eliminated. There is much futility also in respect of that remaking a course from the beginning requires calculation cost time cost and packet loss.

[0010]

In particular since change of topology takes place very frequently according to movement of a terminal (node) a radio wave state etc. it is important to secure the method of communicating also at the time of cutting of a link in a radio ad hoc network. In above-mentioned conventional technology when an obstacle occurs in a link it is going to discover an alternate route from the node which discovered the obstacle but once the node goes wrong it is necessary to eliminate all the courses. On the other hand in the method of discovering a course anew from a transmitting agency it will cost calculation cost and time cost too much. In an especially large-scale ad hoc network since cost starts too much if a course is all erased or course discovery is redone from a transmitting agency even if an obstacle occurs in one link near a reception destination in the power-saving-oriented environment where mobile computing devices are assumed as a node it is not desirable.

[0011]

Then in a wireless ad hoc communication system there is the purpose of this invention in trying the restoration in a node on the way without deleting no courses which result in a transmitting agency when an alternate route cannot be discovered in a certain node.

[0012]

[Means for Solving the Problem]

In order to solve an aforementioned problem the wireless ad hoc communication

system of this invention according to claim 1 is provided with the following.

Data buffer.

A means to hold data which will have been transmitted to a terminal besides the above if channel information about a link with which a link condition turned into a quasistable state from a terminal besides the above is received when having transmitted data to other terminals to the above-mentioned data buffer.

A means to cancel data held at the above-mentioned data buffer when a report of a course error was not received from a terminal besides the above even if it had gone through predetermined time after receiving the above-mentioned channel information.

When having succeeded in search of an alternate route in a downstream terminal from a self-terminal is guessed by this an operation of making data which became unnecessary cancel from a data buffer is brought about.

[0019]

The wireless ad hoc communication system of this invention according to claim 2 is provided with the following.

Data buffer.

A means to hold data which will have been transmitted to a terminal besides the above if channel information about a link with which a link condition turned into a quasistable state from a terminal besides the above is received when having transmitted data to other terminals to the above-mentioned data buffer.

A means to transmit a demand for discovering an alternate route over the above-mentioned destination address when a report of a course error is received from a terminal besides the above in predetermined time after receiving the above-mentioned channel information to a terminal of further others.

This brings about an operation of making an alternate route search ignited by reception of course error reporting from a downstream terminal from a self-terminal.

[0020]

In the terminal according to claim 2 the terminal of this invention according to claim 3 Match a link condition of a link linked to a next destination address for arriving at a communicative destination address and a destination address and a destination address and an address list of transmitting origin which transmits communication towards the above-mentioned destination address to a self-terminal and as a course entry. A route table to hold and a means to transmit a report of a course error from a terminal besides the above to transmitting origin shown in the above-mentioned address list when the above-mentioned demand goes wrong are provided further. Thereby if search of an alternate route goes wrong an operation of making an alternate route search further in an upstream terminal from a self-terminal will be brought about by transmitting a report of a course error.

[0021]

In the terminal according to claim 2 the terminal of this invention according to claim 4 possesses further a means to transmit directions for changing the discovered

alternate route concerned as a regular course if an alternate route is discovered to the above-mentioned demand. If an alternate route is discovered in a self-terminal by this even when an alternate route is not able to be discovered in a downstream terminal from a self-terminal, operation of changing the alternate route as a regular course will be brought about.

[0023]

The disposal method of this invention according to claim 5 is provided with the following.

A procedure of being a disposal method in a terminal provided with a data buffer and holding data which will have been transmitted to a terminal besides the above if channel information about a link with which a link condition turned into a quasi-stable state from a terminal besides the above is received when having transmitted data to other terminals to the above-mentioned data buffer.

A procedure which transmits a demand for discovering an alternate route over the above-mentioned destination address when a report of a course error is received from a terminal besides the above in predetermined time after receiving the above-mentioned channel information to a terminal of further others.

A procedure of canceling data held at the above-mentioned data buffer when a report of a course error was not received from a terminal besides the above even if it had gone through predetermined time after receiving the above-mentioned channel information.

If search of an alternate route goes wrong by this when having urged discovery of an alternate route in an upstream terminal and having succeeded in search of an alternate route from a self-terminal by transmitting a report of a course error will be guessed, an operation of making data which became unnecessary cancel from a data buffer is brought about.

[0026]

The program of this invention according to claim 6A procedure of holding data transmitted to a terminal besides the above to the above-mentioned data buffer if channel information about a link with which a link condition turned into a quasi-stable state from a terminal besides the above is received to a terminal provided with a data buffer when having transmitted data to other terminals. A procedure which transmits a demand for discovering an alternate route over the above-mentioned destination address to a terminal of further others when a report of a course error is received from a terminal besides the above in predetermined time after receiving the above-mentioned channel information. After receiving the above-mentioned channel information even if it goes through predetermined time in not receiving a report of a course error from a terminal besides the above it performs a procedure of canceling data held at the above-mentioned data buffer. If search of an alternate route goes wrong by this when having urged discovery of an alternate route in an upstream terminal and having succeeded in search of an alternate route from a self-terminal by

transmitting a report of a course error will be guessed an operation of making data which became unnecessary cancel from a data buffer is brought about.

[0028]

[Embodiment of the Invention]

Next an embodiment of the invention is described in detail with reference to Drawings.

[0029]

Drawing 1 is a figure showing an example of the radio ad hoc network assumed with the wireless ad hoc communication system in an embodiment of the invention. Six terminals of the terminal S (201) thru/or the terminal E (206) constitute the network of a wireless ad hoc communication system from an example of this drawing 1 (a).

The dotted line around each terminal expresses the communication ranges 291 thru/or 296 of each terminals 201 thru/or 206 respectively.

[0030]

For example the terminal A (202) and the terminal B (203) are included in the communication range 291 of the terminal S (201). The terminal S (201) the terminal B (203) and the terminal C (204) are included in the communication range 292 of the terminal A (202). The terminal S (201) the terminal A (202) and the terminal E (206) are included in the communication range 293 of the terminal B (203). The terminal A (202) the terminal D (205) and the terminal E (206) are included in the communication range 294 of the terminal C (204). The terminal C (204) and the terminal E (206) are included in the communication range 295 of the terminal D (205). The terminal B (203) the terminal C (204) and the terminal D (205) are included in the communication range 296 of the terminal E (206).

[0031]

Drawing 1 (b) expressed the relation between such terminals typically. The terminals which are in the communication range 291 thru/or 296 mutually are tied with this drawing 1 (b) by the line. Therefore in communicating between the terminals which are not tied directly it turns out that it must communicate by two or more hop via other terminals.

[0032]

Drawing 2 is a figure showing the procedure for setting up a course in the radio ad hoc network by the example of drawing 1. When the course is not set up between a certain terminal the procedure for setting up a course first can use conventional technology. For example in the above-mentioned AODV protocol the course is set up by transmitting a route request message from a master station to a destination terminal and transmitting a course response message from a destination terminal to a master station.

[0033]

Drawing 2 (a) shows the flow of the packet at the time of performing a route request from the terminal S (201) to the terminal D (205). The terminal S goes into a route discovering process if the course to the terminal D has not been set up yet when

transmitting data to the terminal D. First the terminal S broadcasts a route request message (Route REQuest message:RREQ). The terminal A (202) and the terminal B (203) which received this route request message set up the course [ terminal / S / which is the transmitting origin of that route request message ] for reverse (Reverse Path). The course for reverse means here the course which makes the next destination the neighboring terminal which has transmitted the route request message when the demand of liking to transmit data to the transmitting origin of a route request message arises.

[0034]

Since an address is not a self-terminal the terminal A and the terminal B which received the route request message broadcast the route request message further. Thereby a route request message gets across to the terminal C (204) and the terminal E (206). On the other hand although received also in the terminal S and the terminal B since the demand identifier given to the route request message is in agreement in the terminal S and the terminal B the route request message as for the terminal A carried out the broadcast is canceled. Similarly the route request message as for the terminal B carried out the broadcast is canceled in the terminal S and the terminal A. Thus a demand identifier is used for a double receipt check.

[0035]

The terminal C and the terminal E which received the route request message broadcast the route request message further after setting up the course [ terminal / S ] for reverse. Thereby a route request message reaches the terminal D (205). Although the terminal D receives a route request message from both the terminal C and the terminal E the route request message which received later is canceled.

[0036]

Drawing 2 (b) shows the flow of the packet at the time of performing a course answer from the terminal D to the terminal S. The terminal D transmits a course response message (Route REPlY message:RREP) by a unicast to the terminal S which is a transmitting agency after setting up the course [ terminal / S ] for reverse. For example when the terminal D answers the route request message from the terminal C the terminal D performs transmission according to a unicast considering the terminal C as a next transmission destination.

[0037]

The terminal C which received the course response message sets up the course [ terminal / D / which is the transmitting origin of a course response message ] for reverse. And the terminal C transmits the course response message to the terminal A. Similarly the terminal A which received the course response message sets up the course [ terminal / D / which is the transmitting origin of a course response message ] for reverse and transmits the course response message to the terminal S.

[0038]

The terminal S which received the course response message sets up the course



[ terminal / D / which is the transmitting origin of a course response message ] for reverse. This completes a route discovering process.

[0039]

Drawing 3 is a figure showing the outline of the processing in an embodiment of the invention. If the course to the destination terminal has not been set up yet in the case of generating of the data communication request 10 as drawing 2 already explained the terminal goes into the route discovering process 20. Thereby a course is set up between terminals. The course between terminals is constituted by passing through the one or more links 30 which tie terminals.

[0040]

Setting out of a course will supervise the link in the link condition managing process 40. Specifically the item of the link condition in the course entry of the route table in each terminal is updated suitably. Each terminal holds the information about the link linked to a self-terminal to the route table so that it may mention later and whenever a link condition changes this route table is updated. Thereby each terminal can always grasp the newest link condition.

[0041]

If the link condition of the course currently used will be in a predetermined state in the notice process 50 of channel information the link condition concerned will be notified towards a transmitting agency. For example if the quality of a link deteriorates for a certain Reason the terminal of the transmitting side linked to the link will transmit the notice of channel information towards a transmitting agency. The terminal which received this notice of channel information comes to hold data to the data buffer which a self-terminal has. This notice of channel information is transmitted between each terminal towards the transmitting agency.

[0042]

If the link condition of the course currently used will be in a predetermined state it will be searched for an alternate route in the alternate route search process 60. For example if the quality of a link deteriorates for a certain Reason a route request will be transmitted in order that the terminal of the transmitting side linked to the link may discover an alternate route. When the terminal which transmitted the route request receives a course answer by a predetermined procedure the candidate of an alternate route is set up.

[0043]

However when a suitable alternate route is not discovered to this route request a course error is transmitted to the next terminal on the course towards a transmitting agency. And the terminal which received this course error transmits a route request in order to discover an alternate route. When a suitable alternate route is not discovered by this either a course error is transmitted to the further following terminal on the course towards a transmitting agency and the same procedure is repeated until an alternate route is discovered.

[0044]

If the link condition of the course currently used will be in a predetermined state after the candidate of an alternate route is set up, the change to an alternate route will be performed in the route switching process 70. For example, it is directed to other terminals; that the terminal to which the candidate of the alternate route was made to set will change the candidate of an alternate route as a regular course if it becomes that the quality of a link deteriorates further for a certain Reason and it is likely to be cut. Thereby, an alternate route turns into a regular course of even a destination terminal.

[0045]

Next, the example of composition of the radio terminal in an embodiment of the invention is explained with reference to Drawings.

[0046]

Drawing 4 is a figure showing the example of 1 composition of the radio terminal 100 in an embodiment of the invention. This radio terminal 100 is provided with the communication processing part 110, the control section 120, the indicator 130, the final controlling element 140, and the memory 600, and has the composition that the bus 180 connects between these. The antenna 105 is connected to the communication processing part 110. The communication processing part 110 constitutes the frame of a network interface layer (data link layer) from a signal received via the antenna 105. The communication processing part 110 transmits the frame of a network interface layer via the antenna 105. The communication processing part 110 detects a signal noise ratio (S/N ratio) about the signal received via the antenna 105 and reports it to the control section 120.

[0047]

The control section 120 controls the radio terminal 100 whole. For example, predetermined processing is performed with reference to the frame constituted by the communication processing part 110. The control section 120 has the timer 125 and measures time. The control section 120 computes the error ratio of a frame or a packet.

[0048]

The indicator 130 displays predetermined information and a liquid crystal display etc. may be used. The final controlling element 140 is for performing operator guidance from the exterior to the radio terminal 100, for example, a keyboard, a button switch, etc. may be used.

[0049]

The memory 600 is provided with the following.

The route table 610 which holds data required for operation of the control section 120 and holds the information about the course linked to a self-terminal so that it may explain below.

The data buffer 620 holding the data transmitted to other terminals.

[0050]

Drawing 5 is a figure showing the example of composition of the route table 610 held at the radio terminal 100 in an embodiment of the invention. The route table 610 holds the destination address 611, the destination address 612, the address hop number 613, the link condition 614, the sequence number 615, and the precedence list 617 as a course entry. The destination address 611 shows the address of the final destination terminal of the course. The address can identify a terminal uniquely and a MAC (Media Access Control) address, IP (Internet Protocol) address, etc. are just used for it here. The destination address 612 shows the address of the terminal which should be transmitted to the next in order to arrive at the corresponding destination address 611.

[0051]

The address hop number 613 shows the number of links required in order to arrive at the corresponding destination address 611. For example, in the example of drawing 1 (b), since it is necessary via the terminal A to pass through a total of two links on the way in order to reach the terminal S from the terminal C, a hop number is set to "2." The link condition 614 shows the state about the link between the corresponding destination addresses 612. This link condition is mentioned later.

[0052]

The sequence number 615 is for avoiding the loop which may be produced between the course created in the past and the course created newly. By comparing the size of this sequence number 615, it can be judged whether which course is new.

[0053]

In the precedence list 617, the destination address 611 of the course shows the address group of the terminal of an opposite direction. For example, when the course which faces to the terminal S via the terminal A via the terminal C further from the terminal D exists in the route table 610 of the terminal C, the precedence list 617 of course entries which use the destination address 611 as the terminal S and use the destination address 612 as the terminal A will include the terminal D. Here, supposing the data flow which faces to the terminal S via the terminal A via the terminal C further from the terminal X suits further, for example, the precedence list 617 will include the terminal X further. This precedence list 617 serves as a transmission destination of the course error message at the time of the ability not to discover an alternate route.

[0054]

Next, the change state of the link condition in an embodiment of the invention is explained with reference to Drawings.

[0055]

Drawing 6 is a figure showing an example of the change state in the link condition managing process 40 of an embodiment of the invention. As a link condition, it can have five states of the effective state (V state: Valid) 41, the invalid state (I state:

Invalid) 42the cutting condition (B stage: Break) 43the quasistable state (S state: Stretched) 44and the candidate state (C state: Candidate) 45.

[0056]

The effective state 41 is in the state set up as a regular course. Although the invalid state 42 is in the state which is not used as a course the course entry is held at the route table 610. On the other hand although the cutting condition 43 is also in the state which is not used as a course it is already deleted from the route table 610. By assuming this cutting condition 43 a course entry can be suppressed to the minimum it can be vacanta memory can be increased and management cost can be lowered.

[0057]

The quasistable state 44 shows the state where the link which was the effective state 41 till then became unstable according to aggravation of link quality. For example the case where the receiving condition of an electric wave gets worse the case where it is difficult to pass along an electric wave by human body cover etc. can be considered. However in this quasistable state 44 although there is a problem in communication somewhat it shall not be in a state to the extent that it cannot communicate at all. The candidate state 45 is in the state set up as a candidate of an alternate route by the alternate route search process 60 and although it is usable it is in the state which has not been used as a regular course yet at this time.

[0058]

If a course is first set up in the route discovering process 20 it will be in the effective state 41 but if the quality of a link deteriorates after that it will change to the quasistable state 44. If a course is not used in the effective state 41 but predetermined time passes it will change to the invalid state 42 as timeout. If an alternate route changes as a regular course the link of the original effective state 41 will change to the invalid state 42.

[0059]

If it will be in the quasistable state 44 an alternate route will be discovered by the alternate route search process 60. If an alternate route changes as a regular course the link of the original quasistable state 44 will change to the invalid state 42. If a course is not used in the quasistable state 44 but predetermined time passes it will change to the invalid state 42 or the cutting condition 43 as timeout. In the quasistable state 44 if the quality of a link deteriorates further and it will be in the state which cannot communicate at all it will change to the cutting condition 43 but when the quality of a link has improved it returns to the effective state 41 again.

[0060]

If the alternate route changes as a regular course in the candidate state 45 it will change to the effective state 41. On the other hand if the quality of a link deteriorates further and it will be in the state which cannot communicate at all or a course is not used as it is but predetermined time passes in the candidate state 45 it will change to the cutting condition 43 as timeout and will be deleted from the route table 610.

[0061]

If the quality of a link deteriorates further in the invalid state 42 and it will be in the state which cannot communicate at all or predetermined time passes as it is it will change to the cutting condition 43 and will be deleted from the route table 610. On the other hand even if quality deteriorates as rapidly as communication is impossible the course in the effective state 41 shall once change to the quasistable state 44 certainly and shall not be transited directly to the cutting condition 43.

[0062]

The quality of the quality of the link in this change state is judged by the control section 120 based on the error ratio of the MAC sublayer computed by the signal noise ratio and the control section 120 of the physical layer detected by the communication processing part 110. Judgment of timeout is judged on the basis of the timer 125 of the control section 120.

[0063]

Next the packet composition in an embodiment of the invention is explained with reference to Drawings.

[0064]

Drawing 7 is a figure showing the example of 1 composition of the channel information notice packets 830 used in the notice process 50 of channel information of an embodiment of the invention. When the link condition 614 in the route table 610 changes from the effective state (V state) 41 to the quasistable state (S state) 44 the terminal of the transmitting side linked to that link transmits these channel information notice packets 830. These channel information notice packets 830 include the packet type 831 the link condition 832 the origination address 833 the upper address 834 the downstream address 835 and the data maintain period 836.

[0065]

The packet type 831 is the field showing the classification of a packet and in the case of these channel information notice packets 830 it is shown that they are channel information notice packets. The link condition 832 is the field showing the present link condition of the link. Even if it is in states other than this it may enable it to transmit in an embodiment of the invention although it assumes any of the effective state (V state) 41 and the quasistable state (S state) 44 they are as this link condition 832.

[0066]

The origination address 833 is the field showing the address of the terminal which has transmitted data using the course. The upper address 834 and the downstream address 835 are the fields showing the address of the terminal which specifies the link which has the link condition 832. That is the upper address 834 is a terminal of the transmitting side linked to that link and expresses the address of the terminal which transmits these channel information notice packets 830. The downstream address 835 is a terminal of a receiver linked to that link and expresses the address of the terminal applicable to the following hop of the terminal which transmits these channel

information notice packets 830.

[0067]

The data maintain period 836 is the field where the terminal which received these channel information notice packets 830 specifies the data under that transmission for whether time maintenance should be carried out as the data buffer 620 (drawing 4) like which. For example it can specify that data should be held for several milliseconds to several seconds. On the other hand in not making it hold it sets "0" values to this data maintain period 836. After receiving the channel information notice packets 830 the radio terminal 100 cancels the data currently held to the data buffer 620 if it will not receive a course error message by the time it goes through this data maintain period 836.

[0068]

Drawing 8 is a figure showing the example of 1 composition of the route request packet 810 used in the alternate route search process 60 of an embodiment of the invention. When the link condition 614 in the route table 610 changes from the effective state (V state) 41 to the quasistable state (S state) 44 the terminal of the transmitting side linked to that link transmits this route request packet 810. This route request packet 810 The packet type 811 and the alternative flag 812 The hop count 813 the demand identifier 814 the destination address 815 the address sequence number 816 the origination address 817 the vicarious execution address 818 and the dispatch sequence number 819 are included.

[0069]

The packet type 811 is the field showing the classification of a packet and in the case of this route request packet 810 it is shown that it is a route request packet. the alternative flag 812 is used for routing of the beginning [ packet / 810 / the / route request ] -- or it is the field which indicates whether to be used in order to set up the candidate of an alternate route. For example if the alternative flag 812 is "OFF" it is the usual route request and if the alternative flag 812 is set to "ON" it turns out that it is a special route request for setting up the candidate of an alternate route. Multiple unicast transmission of the route request packet 810 to which this alternative flag 812 is set is carried out at terminals other than quasistable state 44. In the terminal which received the route request packet 810 to which this alternative flag 812 is set the channel information over route request origin is created without being restrained at the below-mentioned sequence number or restriction of a hop number.

[0070]

The hop count 813 is the field showing the number of the links through which it has passed from the origination address 817. The demand identifier 814 is the field showing the identifier for identifying the route request concerning the route request packet 810 uniquely. In the process in which the route request is transmitted this demand identifier 814 is not changed from the origination address 817 to the

destination address 815.

[0071]

The destination address 815 is the field showing the address of the terminal used as the terminal point of the course which should be set up and this destination address 815 expresses the address of the final destination terminal of that route request packet 810. The course to the destination address 815 is set up by this route request packet 810. The address sequence number 816 is the field where the terminal on the course towards the destination address 815 expresses the greatest sequence number received in the past.

[0072]

The origination address 817 is the field showing the address of the terminal used as the starting point of the course which should be set up. When the alternative flag 812 is not set this origination address 817 expresses the address of the master station which sent that route request packet 810 first but. When the alternative flag 812 is set the next vicarious execution address 818 will express the address of the master station which sent the route request packet 810 first. The vicarious execution address 818 is the field showing the address of the terminal which executed by proxy and sent the route request packet 810 when the alternative flag 812 is set.

[0073]

The dispatch sequence number 819 is the field showing the present sequence number of a master station and turns into an address sequence number for the terminal which set up the course towards the master station.

[0074]

Drawing 9 is a figure showing the example of 1 composition of the course reply packet 820 used in the alternate route search process 60 of an embodiment of the invention. The terminal shown in the destination address 815 of the route request packet 810 transmits this course reply packet 820 as an answer to that route request packet 810. This course reply packet 820 includes the packet type 821 the alternative flag 822 the hop count 823 the destination address 825 the address sequence number 826 the origination address 827 the vicarious execution address 828 and the remaining time 829.

[0075]

The packet type 821 is the field showing the classification of a packet and in the case of this course reply packet 820 it is shown that it is a course reply packet. the alternative flag 822 is used like the alternative flag 812 for routing of the beginning [ reply packet / 820 / the / course ] — or it is the field which indicates whether to be used in order to set up the candidate of an alternate route. The course reply packet 820 to which this alternative flag 822 is set will not be transmitted any more if received by the terminal shown in the vicarious execution address 818.

[0076]

The hop count 823 is the field showing the number of the links through which it has passed from the destination address 825. The destination address 825 is the field

showing the address of the terminal used as the terminal point of the course which should be set up and expresses the address of the terminal in which this destination address 825 sent that course reply packet 820. The address sequence number 826 is the field where the terminal on the course towards the destination address 825 expresses the greatest sequence number received in the past.

[0077]

The origination address 827 is the field showing the address of the terminal used as the starting point of the course which should be set up. The vicarious execution address 828 is the field showing the address of the terminal used as the final address of the course reply packet 820 when the alternative flag 822 is set. The remaining time 829 is the field showing the remaining time of the course and it is used in order to judge above-mentioned timeout.

[0078]

Drawing 10 is a figure showing the example of 1 composition of the course error packet 840 used in the alternate route search process 60 of an embodiment of the invention. Even if this course error packet 840 searches an alternate route taking advantage of the quality of the link having deteriorated in the alternate route search process 60 when it is not able to discover the terminal of the transmitting side linked to that link transmits it. This course error packet 840 includes the packet type 841 and the unreached destination address 842. The packet type 841 is the field showing the classification of a packet and in the case of this course error packet 840 it is shown that it is a course error packet.

[0079]

The unreached destination address 842 is the field showing the destination address of the course which was not able to be discovered even if it searched the alternate route in the transmit terminal of the course error packet 840. With reference to this unreached destination address 842 in the course entry which is in agreement with the destination address 611 (drawing 5) of the route table 610 the terminal which received the course error packet 840 changes the link condition 614 into a quasistable state from an effective state and searches the alternate route from a self-terminal. When an alternate route is not able to be discovered by this search either the link condition 614 of a course entry is changed into an invalid state from a quasistable state (or deletion) and the course error packet 840 is transmitted to the address described on the precedence list 617.

[0080]

Drawing 11 is a figure showing the example of 1 composition of the course change packet 850 used in the route switching process 70 of an embodiment of the invention. This course change packet 850 transmits in order that the terminal which transmitted the route request packet 810 in order to set up the candidate of an alternate route may change the candidate of that alternate route as a regular course. The usual data packet can be used for this course change packet 850. For example in the data packet



which contains the data 857 in the payload part 856 it is realizable by carrying out the partial change of the definition of the header unit 851 like drawing 11. However after transmitting the course change packet 850 including the same information as a control packet it may be made to transmit a data packet when a header unit cannot be changed like IPv4.

[0081]

As for the header unit 851 of the course change packet 850 using a data packet in addition to the usual destination address 852 and the origination address 853 the course change flag 854 is added. The terminal in which this course change flag 854 received the data packet set to "ON" changes the candidate of an alternate route as a regular course. That is in the route table 610 the course entry whose destination address 611 corresponds with the destination address 852 is looked for and the link condition 614 in such a course entry is changed into the effective state 41 from the candidate state 45. In advance of it if the thing of the effective state 41 or the quasistable state 44 has the link condition 614 in the course entry whose destination address 611 corresponds with the destination address 852 it will change into the invalid state 42.

[0082]

Next the operation in each process in an embodiment of the invention is explained with reference to Drawings.

[0083]

Drawing 12 is a figure showing the course at the time of the terminal C transmitting the channel information notice packets 830 in an embodiment of the invention. Here transmission of data shall be carried out from the terminal S to the terminal D and the course through the terminal A the terminal B and the terminal C shall be used. If the quality of the link between the terminal C and the terminal D will deteriorate and it will be in a quasistable state the terminal C will transmit the channel information notice packets 830 to the terminal B. In this case in the channel information notice packets 830 of drawing 7 the address of the terminal S whose origination address 833 is data transmission origin the address of the terminal C in which the upper address 834 transmits these channel information notice packets 830 and the downstream address 835 show the address of the terminal D of the following hop respectively. It is shown that it is a quasistable state as the link condition 832.

[0084]

The terminal B which received these channel information notice packets 830 holds after it the data transmitted to the terminal C to the data buffer 620 of a self-terminal. The terminal B transmits these channel information notice packets 830 to the upstream terminal A further. This comes to hold the data which the terminal A transmits to the terminal B after it to the data buffer 620 of a self-terminal. the same -- the terminal A -- these channel information notice packets 830 -- further -- the

upstream terminal S -- it transmits. This comes to hold the data which the terminal S transmits to the terminal A after it to the data buffer 620 of a self-terminal. The terminal S is transmitting [ data ] originand since the origination address 833 and the address of a self-terminal are in agreementit does not perform transmission beyond it. [0085]

Drawing 13 is a figure showing the course at the time of the terminal C transmitting the course error packet 840 in an embodiment of the invention. After the terminal C transmits the channel information notice packets 830 by drawing 12the terminal C transmits the route request packet 810in order to search the alternate route replaced with the course between the terminal C and the terminal D used as a quasistable state. When it sees from the terminal Ccontiguity terminals other than the terminal D are the terminal B and the terminal G. Since the terminal B is included in the precedence list 617 of the present coursethe course through the terminal B is not searched in this stage. Hereas shown in drawing 13supposing the course between the terminal C and the terminal G was already cutthe course through the terminal G cannot be discoveredeither. Thereforethe terminal C cannot discover the other course. Thenthe terminal C transmits the course error packet 840 to the terminal B. [0086]

The terminal B which received this course error packet 840 transmits the route request packet 810in order to search the alternate route between the terminal B and the terminal D. When it sees from the terminal Bcontiguity terminals other than the terminal C are the terminal A and the terminal F. Since the terminal A is included in the precedence list 617 of the present coursethe course through the terminal A is not searched in this stage. Hereas shown in drawing 13supposing the course between the terminal F and the terminal G and the course between the terminal F and the terminal I were already cutthe terminal B cannot discover the other course. Thenthe terminal B transmits the course error packet 840 to the terminal A. [0087]

The terminal A which received this course error packet 840 transmits the route request packet 810in order to search the alternate route between the terminal A and the terminal D. When it sees from the terminal Acontiguity terminals other than the terminal B are the terminal S and the terminal E. Since the terminal S is included in the precedence list 617 of the present coursethe course through the terminal S is not searched in this stage. About the terminal Eas shown in drawing 13the course between the terminals F is cutbut the course to the terminal H is connected. The route request packet 810 transmitted from the terminal A is transmitted until it reaches the terminal D with the terminal Hthe terminal Iand the terminal J from the terminal E. In this processthe course turned to the terminal S from the terminal D is set to the route table 610 in the terminal on a course. In this stagethe link condition 614 on this course is in the candidate state. [0088]

The terminal D which received the route request packet 810 transmits the course reply packet 820 to the terminal J. The course to which the route request packet 810 has been transmitted is transmitted to this course reply packet 820 to the opposite direction. In this process the course turned to the terminal D from the terminal S is set to the route table 610 in the terminal on a course. In this stage the link condition 614 on this course is in the candidate state.

[0089]

Drawing 14 is a figure showing the state where it changed to the alternate route between the terminal S and the terminal D in the embodiment of the invention. The link condition 614 on a course is in the candidate state in the stage where the alternate route was set up by the route request packet 810 and the course reply packet 820 as mentioned above. In order to change this to a regular course the terminal A transmits the course change packet 850 to the terminal E. The terminal E on the alternate route which received this course change packet 850 changes the link of a candidate state into an effective state after changing the original course into an invalid state. And this course change packet 850 is transmitted until it reaches the terminal D with the terminal H the terminal I and the terminal J from the terminal E. Thereby an alternate route is changed as a regular course.

[0090]

Drawing 15 is a figure showing the data transmission timing of the terminal A before and behind the notice of channel information in an embodiment of the invention. As for drawing 15 (a) the data flow at the time of data transmission being carried out is shown in the terminal B from the terminal A. Supposing it receives the channel information notice packets 830 in the place where the terminal A transmitted d3 from the data d1 the data after d4 will be held at the data buffer 620 of the terminal A as shown in drawing 15 (b) while being transmitted to the terminal B.

[0091]

Supposing it receives the course change packet 850 of the purport that a course is changed to the terminal E in the place where the terminal A transmitted d6 the terminal A will transmit data to the terminal E next. At this time the terminal A transmits d6 previously from the data d4 currently held at the data buffer 620 rather than transmits the following data d7. And after transmission to the terminal E of d6 is completed from the data d4 currently held at the data buffer 620 the terminal A ranks second and transmits the data d7 or subsequent ones to the terminal E. Thereby it can transmit without leaking the send data in the middle of a change in the case of a course change. As a result in that case although d6 will overlap and may be received by the terminal D from the data d4 based on the course of the origin through the terminal B since the data which reached later is canceled the terminal D does not produce a problem.

[0092]

Next the disposal method in each terminal of an embodiment of the invention is

explained with reference to Drawings.

[0093]

Drawing 16 is a flow chart showing procedure when the radio terminal 100 in an embodiment of the invention receives the channel information notice packets 830. If the channel information notice packets 830 are received (Step S911) the radio terminal 100. If the origination address 833 of the channel information notice packets 830 is not an address of a self-terminal (Step S912) the channel information notice packets 830 will be turned to the origination address 833 and will be transmitted (Step S913). If the link condition 832 of these channel information notice packets 830 is except a quasistable state or a cutting condition (namely an effective state or an invalid state or a candidate state) (Step S914) the following channel information notice packets 830 will be received (Step S911).

[0094]

In Step S914 if it judges that the link condition 832 is a quasistable state or a cutting condition the radio terminal 100 will hold the send data in the present course to the data buffer 620 (Step S915). And if (Step S917) and the course error packet 840 are received before going through the data maintain period 836 the alternate route from a self-terminal to a destination terminal will be searched (Step S920). This is later mentioned with reference to drawing 17.

[0095]

On the other hand if it goes through the data maintain period 836 after starting the maintenance (Step S915) to the data buffer 620 (Step S917) the data currently held to the data buffer 620 will be discarded (Step S918).

[0096]

Drawing 17 is a flow chart showing procedure when the radio terminal 100 in an embodiment of the invention receives the course error packet 840. If the course error packet 840 is received (Step S921) the radio terminal 100 will transmit the route request packet 810 in order to search the alternate route from a self-terminal to a destination terminal (Step S922). Since it will mean that the alternate route to the destination terminal was discovered if the course reply packet 820 is received to this route request packet 810 (Step S923) the change to an alternate route is performed by transmitting the course change packet 850 (Step S960). The procedure of the course change from these route search is later mentioned with reference to drawing 20 from drawing 18.

[0097]

When a course is not able to be discovered in Step S923 the course entry is made into deletion or an invalid state from the route table 610 (Step S924) and the data currently held to the data buffer 620 is discarded (Step S925). And if a self-terminal is not transmitting [ data ] origin (Step S926) the course error packet 840 will be transmitted towards the address written in the precedence list 617 (Step S927).

[0098]

Drawing 18 is a flow chart showing procedure when the radio terminal 100 in an embodiment of the invention receives the route request packet 810. It is judged whether if the route request packet 810 is received (Step S931) by referring to the demand identifier 814 of the route request packet 810 the radio terminal 100 will overlap and will be received (Step S932). If the route request packet which already has the same demand identifier is received the route request packet 810 which received later will be discarded (Step S943).

[0099]

When it is judged that it is not duplication reception in Step S932 the demand identifier 814 of the route request packet 810 is recorded (Step S933) and it uses for judgment of subsequent duplication reception. And with reference to the alternative flag 812 of the route request packet 810 it is judged whether it is set to "ON" i.e. is it a route request for alternate route discovery? (Step S934). If it is a route request for alternate route discovery the channel information to route request origin will be created without making a judgment of the following steps S935 and S936 (Step S937).

[0100]

If it is judged that it is not a route request but usual route request (beginning) for alternate route discovery in Step S934 the check (Step S935) of a sequence number and the check (Step S936) of a hop count will be performed. That is if the address sequence number 816 of the route request packet 810 is newer than the sequence number 615 of the course set up now the channel information to route request origin will be created (Step S937). On the other hand if the address sequence number 816 of the route request packet 810 is older than the sequence number 615 of the course set up now creation (Step S937) of channel information will not be performed. When the address sequence number 816 of the route request packet 810 is in agreement with the sequence number 615 of the course set up now the address hop number 613 of the course set to the hop count 813 of the route request packet 810 now is compared and if the hop count 813 of the route request packet 810 is shorter the channel information to route request origin will be created (Step S937).

[0101]

When creating the channel information to route request origin in Step S937 the following processings are specifically performed. Namely the address sequence number 816 of the route request packet 810 is set as the sequence number 615. What added "1" to the hop count 813 of the route request packet 810 is set as the address hop number 613 and the address of the neighboring terminal which transmitted the route request packet 810 is set as the destination address 612. If it is the usual route request (beginning) the link condition 614 will be made into an effective state but if it is a route request for alternate route discovery the link condition 614 will be changed into a candidate state.

[0102]

And if the destination address 815 of the route request packet 810 is an address of a

self-terminal (Step S938) the course reply packet 820 will be transmitted to this route request packet 810 (Step S941). On the other hand if the destination address 815 of the route request packet 810 is not an address of a self-terminal the route request packet 810 will be transmitted to other terminals (Step S942). At this time if it is the usual route request (beginning) will transmit by broadcasting but. If it is a route request for alternate route discovery it will transmit by a multiple unicast to the terminal which are terminals other than the terminal linked to the link of a quasistable state and is not written in the precedence list 617 (drawing 5).

[0103]

Drawing 19 is a flow chart showing procedure when the radio terminal 100 in an embodiment of the invention receives the course reply packet 820. The radio terminal 100 will create the channel information to course answer transmitting origin if the course reply packet 820 is received (Step S951) (Step S952).

[0104]

And when the origination address 827 of the course reply packet 820 is in agreement with the address of a self-terminal in order to mean that (Step S953) and the usual course were set up processing is ended as it is. On the other hand when the origination address 827 of the course reply packet 820 is not in agreement with the address of a self-terminal Furthermore the alternative flag 822 is investigated (Step S954) if the alternative flag 822 is not set it is interpreted as it being the usual course answer and the course reply packet 820 is transmitted further (Step S956).

[0105]

If the alternative flag 822 is set in Step S954 the vicarious execution address 828 is found out further (Step S955) and when the vicarious execution address 828 is not in agreement with the address of a self-terminal the course reply packet 820 will be transmitted further (Step S956). Since the answer to the alternate route demand which transmitted from the self-terminal will have returned on the other hand when the vicarious execution address 828 is in agreement with the address of a self-terminal processing is ended as it is.

[0106]

Drawing 20 is a flow chart showing procedure when the radio terminal 100 in an embodiment of the invention receives the course change packet 850. The radio terminal 100 will investigate whether the course change flag 854 of the data packet is set if a data packet is received (Step S961) (Step S962). Since it is the usual data packet if the course change flag 854 is not set the change of a course is not performed.

[0107]

When it is judged that the course change flag 854 is set in Step S962 since the data packet is the course change packet 850 it changes a course in the following procedures. First if the thing of an effective state or a quasistable state has the link condition 614 with the route table 610 in the course entry whose destination address

611 corresponds with the destination address 852 (Step S963) it will change into the invalid state (Step S964). And the destination address 611 changes the link condition 614 into an effective state from a candidate state with the route table 610 in the course entry which is in agreement with the destination address 852 (Step S965).

[0108]

And if the destination address 852 is in agreement with the address of a self-terminal (Step S966) processing will be ended as it is. On the other hand if the destination address 852 is not in agreement with the address of a self-terminal the data packet is transmitted to other terminals according to the route table 610 (Step S967).

[0109]

Thus according to the embodiment of the invention the state of the link 30 on the course set up by the route discovering process 20 is supervised according to the link condition managing process 40. When link quality deteriorates after the notice process 50 of channel information notifies a link condition an alternate route is searched by the alternate route search process 60. Thereby the terminal which received the notice can start maintenance of send data and can equip the change of the alternate route in the subsequent route switching process 70 with it.

[0110]

When an alternate route is not able to be discovered from the terminal set in the alternate route search process 60 a course error is transmitted to the terminal in which the transmitting side adjoins and the terminal which received the course error searches an alternate route. Thereby an alternate route can be set up without deleting all the courses. Namely communication stable also in the inferior ad hoc network environment of the radio wave state that the obstacle of a link is encountered frequently can be performed. A network with high reliability which can communicate continuously also in the environment of an ad hoc network where movement of a node takes place frequently can be provided.

[0111]

An embodiment of the invention is illustrated here and this invention is not restricted to this but various modification can be performed in the range which does not deviate from the gist of this invention.

[0112]

The procedure explained here may be regarded as a method of having a procedure of these series and may be regarded as a recording medium which memorizes the program thru/or its program for making a computer perform the procedure of these series.

[0113]

[Effect of the Invention]

By the above explanation when an alternate route cannot be discovered in a certain node according to this invention in a wireless ad hoc communication system the effect that the restoration in a node can be tried on the way without deleting no courses

which result in a transmitting agency is acquired so that clearly.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a figure showing an example of the radio ad hoc network assumed with the wireless ad hoc communication system in an embodiment of the invention.

[Drawing 2] It is a figure showing the procedure for setting up a course in the radio ad hoc network by the example of drawing 1.

[Drawing 3] It is a figure showing the outline of the processing in an embodiment of the invention.

[Drawing 4] It is a figure showing the example of 1 composition of the radio terminal 100 in an embodiment of the invention.

[Drawing 5] It is a figure showing the example of composition of the route table 610 held at the radio terminal 100 in an embodiment of the invention.

[Drawing 6] It is a figure showing an example of the change state in the link condition managing process 40 of an embodiment of the invention.

[Drawing 7] It is a figure showing the example of 1 composition of the channel information notice packets 830 used in the notice process 50 of channel information of an embodiment of the invention.

[Drawing 8] It is a figure showing the example of 1 composition of the route request packet 810 used in the alternate route search process 60 of an embodiment of the invention.

[Drawing 9] It is a figure showing the example of 1 composition of the course reply packet 820 used in the alternate route search process 60 of an embodiment of the invention.

[Drawing 10] It is a figure showing the example of 1 composition of the course error packet 840 used in the alternate route search process 60 of an embodiment of the invention.

[Drawing 11] It is a figure showing the example of 1 composition of the course change packet 850 used in the route switching process 70 of an embodiment of the invention.

[Drawing 12] It is a figure showing the course at the time of the terminal C transmitting the notice of channel information in an embodiment of the invention.

[Drawing 13] It is a figure showing the course at the time of the terminal C transmitting a course error in an embodiment of the invention.

[Drawing 14] It is a figure showing the state where it changed to the alternate route between the terminal S and the terminal D in the embodiment of the invention.

[Drawing 15] It is a figure showing the data transmission timing of the terminal A before and behind the notice of channel information in an embodiment of the invention.

[Drawing 16] It is a flow chart showing procedure when the radio terminal 100 in an embodiment of the invention receives the channel information notice packets 830.

[Drawing 17] It is a flow chart showing procedure when the radio terminal 100 in an embodiment of the invention receives the course error packet 840.



[Drawing 18]It is a flow chart showing procedure when the radio terminal 100 in an embodiment of the invention receives the route request packet 810.

[Drawing 19]It is a flow chart showing procedure when the radio terminal 100 in an embodiment of the invention receives the course reply packet 820.

[Drawing 20]It is a flow chart showing procedure when the radio terminal 100 in an embodiment of the invention receives the course change packet 850.

[Description of Notations]

10 Data communication request  
20 Route discovering process  
30 Link  
40 Link condition managing process  
41 Effective state  
42 Invalid state  
43 Cutting condition  
44 Quasistable state  
45 Candidate state  
50 Notice process of channel information  
60 Alternate route search process  
70 Route switching process  
100 Radio terminal  
105 Antenna  
110 Communication processing part  
120 Control section  
125 Timer  
130 Indicator  
140 Final controlling element  
180 Bus  
201-211 Radio terminal  
291-296 Communication range  
600 Memory  
610 Route table  
620 Data buffer  
810 Route request packet  
820 Course reply packet  
830 Channel information notice packets  
840 Course error packet  
850 Course change packet

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a figure showing an example of the radio ad hoc network assumed with the wireless ad hoc communication system in an embodiment of the invention.

[Drawing 2] It is a figure showing the procedure for setting up a course in the radio ad hoc network by the example of drawing 1.

[Drawing 3] It is a figure showing the outline of the processing in an embodiment of the invention.

[Drawing 4] It is a figure showing the example of 1 composition of the radio terminal 100 in an embodiment of the invention.

[Drawing 5] It is a figure showing the example of composition of the route table 610 held at the radio terminal 100 in an embodiment of the invention.

[Drawing 6] It is a figure showing an example of the change state in the link condition managing process 40 of an embodiment of the invention.

[Drawing 7] It is a figure showing the example of 1 composition of the channel information notice packets 830 used in the notice process 50 of channel information of an embodiment of the invention.

[Drawing 8] It is a figure showing the example of 1 composition of the route request packet 810 used in the alternate route search process 60 of an embodiment of the invention.

[Drawing 9] It is a figure showing the example of 1 composition of the course reply packet 820 used in the alternate route search process 60 of an embodiment of the invention.

[Drawing 10] It is a figure showing the example of 1 composition of the course error packet 840 used in the alternate route search process 60 of an embodiment of the invention.

[Drawing 11] It is a figure showing the example of 1 composition of the course change packet 850 used in the route switching process 70 of an embodiment of the invention.

[Drawing 12] It is a figure showing the course at the time of the terminal C transmitting the notice of channel information in an embodiment of the invention.

[Drawing 13] It is a figure showing the course at the time of the terminal C transmitting a course error in an embodiment of the invention.

[Drawing 14] It is a figure showing the state where it changed to the alternate route between the terminal S and the terminal D in the embodiment of the invention.

[Drawing 15] It is a figure showing the data transmission timing of the terminal A before and behind the notice of channel information in an embodiment of the invention.

[Drawing 16] It is a flow chart showing procedure when the radio terminal 100 in an embodiment of the invention receives the channel information notice packets 830.

[Drawing 17] It is a flow chart showing procedure when the radio terminal 100 in an embodiment of the invention receives the course error packet 840.

[Drawing 18] It is a flow chart showing procedure when the radio terminal 100 in an

embodiment of the invention receives the route request packet 810.

[Drawing 19] It is a flow chart showing procedure when the radio terminal 100 in an embodiment of the invention receives the course reply packet 820.

[Drawing 20] It is a flow chart showing procedure when the radio terminal 100 in an embodiment of the invention receives the course change packet 850.

[Description of Notations]

10 Data communication request  
20 Route discovering process  
30 Link  
40 Link condition managing process  
41 Effective state  
42 Invalid state  
43 Cutting condition  
44 Quasistable state  
45 Candidate state  
50 Notice process of channel information  
60 Alternate route search process  
70 Route switching process  
100 Radio terminal  
105 Antenna  
110 Communication processing part  
120 Control section  
125 Timer  
130 Indicator  
140 Final controlling element  
180 Bus  
201–211 Radio terminal  
291–296 Communication range  
600 Memory  
610 Route table  
620 Data buffer  
810 Route request packet  
820 Course reply packet  
830 Channel information notice packets  
840 Course error packet  
850 Course change packet

---

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4131181号

(P4131181)

(45) 発行日 平成20年8月13日(2008.8.13)

(24) 登録日 平成20年6月6日(2008.6.6)

(51) Int. Cl.		F I
<b>H04L 12/56 (2006.01)</b>		H04L 12/56 I O O D
<b>H04L 12/28 (2006.01)</b>		H04L 12/28 3 O 7

請求項の数 6 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2003-68961 (P2003-68961)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成15年3月13日(2003.3.13)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2004-282269 (P2004-282269A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成16年10月7日(2004.10.7)	(74) 代理人	100112955
審査請求日	平成18年3月2日(2006.3.2)		弁理士 丸島 敏一
		(72) 発明者	磯津 政明
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		審査官	玉木 宏治
		(56) 参考文献	米国特許第05987011 (US, A)
			特開平10-023071 (JP, A)
			特開平05-083260 (JP, A)
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線アドホック通信システム、端末、その端末における処理方法並びにその方法を端末に実行させるためのプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

データバッファと、

他の端末にデータを送信している際に前記他の端末からリンク状態が不安定状態になったリンクに関する経路情報を受信すると前記他の端末へ送信しているデータを前記データバッファに保持する手段と、

前記経路情報を受信してから所定時間を経過しても前記他の端末から経路エラーの報告を受信しない場合には前記データバッファに保持されたデータを破棄する手段とを具備する端末。

【請求項2】

データバッファと、

他の端末にデータを送信している際に前記他の端末からリンク状態が不安定状態になったリンクに関する経路情報を受信すると前記他の端末へ送信しているデータを前記データバッファに保持する手段と、

前記経路情報を受信してから所定時間内に前記他の端末から経路エラーの報告を受信した場合には前記宛先アドレスに対する代替経路を発見するための要求をさらに他の端末に送信する手段とを具備する端末。

【請求項3】

通信の宛先アドレスとその宛先アドレスに到達するための次の転送先アドレスとその転

10

20

送先アドレスに接続するリンクのリンク状態と前記宛先アドレスに向けた通信を自端末に送信する送信元のアドレスリストとを対応付けて経路エントリとして保持する経路テーブルと、

前記要求に失敗すると前記アドレスリストに示される送信元に対して前記他の端末からの経路エラーの報告を転送する手段と  
をさらに具備することを特徴とする請求項2記載の端末。

【請求項4】

前記要求に対して代替経路が発見されると当該発見された代替経路を正規の経路として切り替えるための指示を送信する手段をさらに具備することを特徴とする請求項2記載の端末。

10

【請求項5】

データバッファを備える端末における処理方法であって、

他の端末にデータを送信している際に前記他の端末からリンク状態が不安定状態になったリンクに関する経路情報を受信すると前記他の端末へ送信しているデータを前記データバッファに保持する手順と、

前記経路情報を受信してから所定時間内に前記他の端末から経路エラーの報告を受信した場合には前記宛先アドレスに対する代替経路を発見するための要求をさらに他の端末に送信する手順と、

前記経路情報を受信してから所定時間を経過しても前記他の端末から経路エラーの報告を受信しない場合には前記データバッファに保持されたデータを破棄する手順と  
を具備することを特徴とする処理方法。

20

【請求項6】

データバッファを備える端末に、

他の端末にデータを送信している際に前記他の端末からリンク状態が不安定状態になったリンクに関する経路情報を受信すると前記他の端末へ送信しているデータを前記データバッファに保持する手順と、

前記経路情報を受信してから所定時間内に前記他の端末から経路エラーの報告を受信した場合には前記宛先アドレスに対する代替経路を発見するための要求をさらに他の端末に送信する手順と、

前記経路情報を受信してから所定時間を経過しても前記他の端末から経路エラーの報告を受信しない場合には前記データバッファに保持されたデータを破棄する手順と  
を実行させることを特徴とするプログラム。

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、無線アドホック通信システムに関し、特にパケットの送信中に中間のリンク品質が悪化した際に代替経路を発見しておいてその後の経路切替に備える無線アドホック通信システム、当該システムにおける端末、および、これらにおける処理方法ならびに当該方法をコンピュータ（端末）に実行させるプログラムに関する。

【0002】

40

【従来の技術】

電子機器の小型化、高性能化が進み、簡単に持ち運び利用することが可能となったことから、必要になったその場で端末をネットワークに接続し、通信を可能とする環境が求められている。その一つとして、必要に応じて一時的に構築されるネットワーク、すなわち無線アドホックネットワーク技術の開発が進められている。この無線アドホックネットワークでは、特定のアクセスポイントを設けることなく、各端末（例えば、コンピュータ、携帯情報端末（PDA：Personal Digital Assistance）、携帯電話等）が自律分散して相互に接続される。

【0003】

この無線アドホックネットワークでは、従来の固定的なネットワークとは異なりトポロジ

50

の変化が頻繁に起こるので、信頼性を確保するための経路制御方式、すなわちルーティングプロトコルを確立する必要がある。現在提案されている無線アドホックネットワークのルーティングプロトコルは、オンデマンド方式とテーブル駆動方式という二つのカテゴリーに大きく分けられる。また、これらを統合したハイブリッド方式も提案されている。

#### 【0004】

テーブル駆動方式およびハイブリッド方式は、常時経路情報を交換していることから、比較的障害には強いとされている。一方で、常に情報を送受信することによるオーバーヘッドの大きさが問題となる。例えば、電池により駆動されるモバイル機器が無線アドホックネットワークに接続された環境を考えると、消費電力の面からも常に経路情報を交換するのは得策ではない。また、経路テーブルを更新する周期が長いと、突然の障害に対処できないという問題もある。

10

#### 【0005】

一方、オンデマンド方式は、通信する直前に経路発見要求を送信して経路を作成するので、通信を開始する段階でリンクに突然障害が起きた場合でも、そのリンクを無視して有効な経路を作成する。しかし、通信中に使用リンクの品質が低下し、経路が利用できなくなると、すぐに通信は中断されてしまい、もう一度送信元から経路を作成し直す必要がある。

#### 【0006】

オンデマンド方式の代表的なルーティングプロトコルとして、例えば、IETF (Internet Engineering Task Force) のMANET WG (Mobile Ad hoc Network Working Group) で提案されているAODV (Ad hoc On-demand Distance Vector) プロトコルがある。このAODVプロトコルでは、「ローカルリペア」という手法により、リンクに障害が起きて切断されたときに、両端のノードから経路の再発見を要求するメッセージを送信し、新たに経路を作成する手法が提案されている（例えば、非特許文献1参照。）。

20

#### 【0007】

##### 【非特許文献1】

チャールス・パーキンス (Charles E. Perkins) 他, 「アドホック・オンデマンド・ディスタンス・ベクター・ルーティング (Ad hoc On-demand Distance Vector Routing)」, (米国), アイイーティエフ (IETF), 2003年2月17日, p. 23-25, インターネット・ドラフト <<http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-manet-aodv-13.txt>>

30

#### 【0008】

##### 【発明が解決しようとする課題】

上述の従来技術によれば、代替経路を発見することにより障害が起きた経路を修復できるが、もしそのような修復が不可能であった場合、障害が起きたリンクを経路として持つノードのどちらかが経路エラーメッセージを送信元に対して送信する。経路エラーメッセージを受信したノードは、該当する経路を削除した上でその経路エラーメッセージをさらに送信元に対して転送する。

40

#### 【0009】

このような性質から、一つのリンクに障害が発生して修復不可能であったときは、経路エラーメッセージの転送を繰り返しながら全ての経路を削除してしまうことになる。例えば、送信元から受信先まで10ホップあるようなアドホックネットワークにおいて、最後の1ホップで障害が起きて修復できなかったときには、全ての経路を消去することになってしまう。経路を最初から作り直すのは、計算コストがかかるばかりか、時間的なコストや、パケットロスの面でも無駄が多い。

#### 【0010】

特に、無線アドホックネットワークでは、端末（ノード）の移動や電波状況などによりトポロジの変化が非常に頻繁に起こるため、リンクの切断時にも通信できる方法を確保して

50

おくことが重要である。上述の従来技術では、リンクに障害が起きたときに、障害を発見したノードから代替経路を発見しようとするが、そのノードで一度失敗してしまうとすべての経路を消去する必要がある。一方で、送信元から改めて経路を発見する方法では、計算コストや時間コストがかかりすぎてしまう。特に大規模なアドホックネットワークにおいては、受信先に近い一つのリンクに障害が起きても、経路を全部消したり、送信元から経路発見をやり直すのではコストがかかりすぎるため、モバイル機器がノードとして想定されるような省電力指向の環境においては望ましくない。

#### 【0011】

そこで、本発明の目的は、無線アドホック通信システムにおいて、あるノードにおいて代替経路が発見できない場合に送信元に至る全ての経路を削除せずに途中ノードにおける修復を試みることにある。

#### 【0012】

##### 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために本発明の請求項1記載の無線アドホック通信システムは、データバッファと、他の端末にデータを送信している際に上記他の端末からリンク状態が不安定状態になったリンクに関する経路情報を受信すると上記他の端末へ送信しているデータを上記データバッファに保持する手段と、上記経路情報を受信してから所定時間を経過しても上記他の端末から経路エラーの報告を受信しない場合には上記データバッファに保持されたデータを破棄する手段とを具備する。これにより、自端末より下流の端末において代替経路の検索に成功したことが推測される場合に、不要となったデータをデータバッファから破棄させるという作用をもたらす。

#### 【0019】

また、本発明の請求項2記載の無線アドホック通信システムは、データバッファと、他の端末にデータを送信している際に上記他の端末からリンク状態が不安定状態になったリンクに関する経路情報を受信すると上記他の端末へ送信しているデータを上記データバッファに保持する手段と、上記経路情報を受信してから所定時間内に上記他の端末から経路エラーの報告を受信した場合には上記宛先アドレスに対する代替経路を発見するための要求をさらに他の端末に送信する手段とを具備する。これにより、自端末より下流の端末からの経路エラー報告の受信を契機として代替経路の検索をさせるという作用をもたらす。

#### 【0020】

また、本発明の請求項3記載の端末は、請求項2記載の端末において、通信の宛先アドレスとその宛先アドレスに到達するための次の転送先アドレスとその転送先アドレスに接続するリンクのリンク状態と上記宛先アドレスに向けた通信を自端末に送信する送信元のアドレスリストとを対応付けて経路エントリとして保持する経路テーブルと、上記要求に失敗すると上記アドレスリストに示される送信元に対して上記他の端末からの経路エラーの報告を転送する手段とをさらに具備する。これにより、代替経路の検索に失敗すると経路エラーの報告を送信することによって自端末より上流の端末においてさらに代替経路を検索させるという作用をもたらす。

#### 【0021】

また、本発明の請求項4記載の端末は、請求項2記載の端末において、上記要求に対して代替経路が発見されると当該発見された代替経路を正規の経路として切り替えるための指示を送信する手段をさらに具備する。これにより、自端末より下流の端末において代替経路が発見できなかった場合でも自端末において代替経路が発見されればその代替経路を正規の経路として切り替えるという作用をもたらす。

#### 【0023】

また、本発明の請求項5記載の処理方法は、データバッファを備える端末における処理方法であって、他の端末にデータを送信している際に上記他の端末からリンク状態が不安定状態になったリンクに関する経路情報を受信すると上記他の端末へ送信しているデータを上記データバッファに保持する手順と、上記経路情報を受信してから所定時間内に上記他の端末から経路エラーの報告を受信した場合には上記宛先アドレスに対する代替経路を

発見するための要求をさらに他の端末に送信する手順と、上記経路情報を受信してから所定時間を経過しても上記他の端末から経路エラーの報告を受信しない場合には上記データバッファに保持されたデータを破棄する手順とを具備する。これにより、代替経路の検索に失敗すると経路エラーの報告を送信することによって自端末より上流の端末において代替経路の発見を促し、代替経路の検索に成功したことが推測される場合には不要となったデータをデータバッファから破棄させるという作用をもたらす。

【0026】

また、本発明の請求項6記載のプログラムは、データバッファを備える端末に、他の端末にデータを送信している際に上記他の端末からリンク状態が不安定状態になったリンクに関する経路情報を受信すると上記他の端末へ送信しているデータを上記データバッファに保持する手順と、上記経路情報を受信してから所定時間内に上記他の端末から経路エラーの報告を受信した場合には上記宛先アドレスに対する代替経路を発見するための要求をさらに他の端末に送信する手順と、上記経路情報を受信してから所定時間を経過しても上記他の端末から経路エラーの報告を受信しない場合には上記データバッファに保持されたデータを破棄する手順とを実行させるものである。これにより、代替経路の検索に失敗すると経路エラーの報告を送信することによって自端末より上流の端末において代替経路の発見を促し、代替経路の検索に成功したことが推測される場合には不要となったデータをデータバッファから破棄させるという作用をもたらす。

【0028】

【発明の実施の形態】

次に本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0029】

図1は、本発明の実施の形態における無線アドホック通信システムで想定する無線アドホックネットワークの一例を示す図である。この図1(a)の例では、端末S(201)乃至端末E(206)の6つの端末が無線アドホック通信システムのネットワークを構成している。また、各端末の周囲の点線は、各端末201乃至206の通信範囲291乃至296をそれぞれ表している。

【0030】

例えば、端末S(201)の通信範囲291には、端末A(202)および端末B(203)が含まれる。また、端末A(202)の通信範囲292には、端末S(201)、端末B(203)および端末C(204)が含まれる。また、端末B(203)の通信範囲293には、端末S(201)、端末A(202)および端末E(206)が含まれる。また、端末C(204)の通信範囲294には、端末A(202)、端末D(205)および端末E(206)が含まれる。また、端末D(205)の通信範囲295には、端末C(204)および端末E(206)が含まれる。また、端末E(206)の通信範囲296には、端末B(203)、端末C(204)および端末D(205)が含まれる。

【0031】

このような端末間の関係を模式的に表したのが図1(b)である。この図1(b)では、互いに通信範囲291乃至296内にある端末同士が線により結ばれている。従って、直接結ばれていない端末間で通信を行う場合には他の端末を介して複数ホップにより通信を行わなければならないことがわかる。

【0032】

図2は、図1の例による無線アドホックネットワークにおいて経路を設定するための手順を示す図である。ある端末間で経路が設定されていない場合に、最初に経路を設定するための手順は従来技術を用いることができる。例えば、上述のAODVプロトコルでは、発信端末から宛先端末に対して経路要求メッセージを送信し、宛先端末から発信端末に対して経路返答メッセージを送信することにより、経路を設定している。

【0033】

図2(a)は、端末S(201)から端末D(205)に対して経路要求を行う際のパケットの流れを示すものである。端末Sは、端末Dにデータを送信する際に、まだ端末Dへ



の経路が設定されていなければ、経路発見プロセスに入る。まず、端末Sは、経路要求メッセージ（Route Request message：RREQ）をブロードキャストする。この経路要求メッセージを受信した端末A（202）および端末B（203）は、その経路要求メッセージの送信元である端末Sへの逆向きの経路（Reverse Path）を設定する。ここで逆向きの経路とは、経路要求メッセージの送信元までデータを送信したいという要求が生じた場合に、その経路要求メッセージを送信してきた近隣端末を次の転送先とする経路を意味する。

【0034】

経路要求メッセージを受信した端末Aおよび端末Bは、宛先が自端末でないことから、その経路要求メッセージをさらにブロードキャストする。これにより、端末C（204）および端末E（206）に経路要求メッセージが伝わる。一方、端末Aのブロードキャストした経路要求メッセージは、端末Sや端末Bにおいても受信されるが、経路要求メッセージに付された要求識別子が一致するため、端末Sや端末Bにおいて破棄される。同様にして、端末Bのブロードキャストした経路要求メッセージは、端末Sや端末Aにおいて破棄される。このように、要求識別子は二重受け取りチェックのために使用される。

10

【0035】

経路要求メッセージを受信した端末Cおよび端末Eは、端末Sへの逆向きの経路を設定した後、その経路要求メッセージをさらにブロードキャストする。これにより、端末D（205）に経路要求メッセージが到達する。端末Dは、端末Cおよび端末Eの両者から経路要求メッセージを受信するが、後から受信した経路要求メッセージを破棄する。

20

【0036】

図2（b）は、端末Dから端末Sに対して経路返答を行う際のパケットの流れを示すものである。端末Dは、端末Sへの逆向きの経路を設定した後、送信元である端末Sに対して経路返答メッセージ（Route Reply message：RREP）をユニキャストで送信する。例えば、端末Dが端末Cからの経路要求メッセージに返答する場合には、端末Dは端末Cを次の送信先としてユニキャストによる送信を行う。

【0037】

経路返答メッセージを受信した端末Cは、経路返答メッセージの送信元である端末Dへの逆向きの経路を設定する。そして、端末Cはその経路返答メッセージを端末Aに転送する。同様に、経路返答メッセージを受信した端末Aは、経路返答メッセージの送信元である端末Dへの逆向きの経路を設定して、その経路返答メッセージを端末Sに転送する。

30

【0038】

経路返答メッセージを受信した端末Sは、経路返答メッセージの送信元である端末Dへの逆向きの経路を設定する。これにより、経路発見プロセスは完了する。

【0039】

図3は、本発明の実施の形態における処理の概要を示す図である。既に図2により説明したとおり、データ通信要求10の発生の際にまだ宛先端末への経路が設定されていなければ、その端末は経路発見プロセス20に入る。これにより端末間に経路が設定される。端末間の経路は、端末同士を結ぶリンク30を1つ以上経ることにより構成される。

【0040】

経路が設定されると、そのリンクはリンク状態管理プロセス40において監視される。具体的には、各端末における経路テーブルの経路エントリ内のリンク状態という項目が適宜更新される。各端末は後述するように自端末に接続するリンクに関する情報を経路テーブルに保持しており、リンク状態が変化するたびにこの経路テーブルが更新されるようになっている。これにより、各端末は最新のリンク状態を常に把握できる。

40

【0041】

使用している経路のリンク状態が所定の状態になると、経路情報通知プロセス50において、当該リンク状態が送信元に向けて通知される。例えば、何らかの理由によりリンクの品質が悪化すると、そのリンクに接続する送信側の端末が送信元に向けて経路情報通知を送信する。この経路情報通知を受信した端末は自端末の有するデータバッファにデータを

50

保持するようになる。また、この経路情報通知は、送信元に向けて各端末間で転送されていく。

#### 【0042】

使用している経路のリンク状態が所定の状態になると、代替経路探索プロセス60において、代替経路が探索される。例えば、何らかの理由によりリンクの品質が悪化すると、そのリンクに接続する送信側の端末が代替経路を発見するために経路要求を送信する。その経路要求を送信した端末が所定の手順により経路返答を受信することにより、代替経路の候補が設定される。

#### 【0043】

但し、この経路要求に対して適切な代替経路が発見されなかった場合には、送信元に向けた経路上の次の端末に経路エラーが送信される。そして、この経路エラーを受信した端末が、代替経路を発見するために経路要求を送信する。これによっても適切な代替経路が発見されなかった場合には、送信元に向けた経路上のさらに次の端末に経路エラーが転送され、代替経路を発見されるまで同様の手順を繰り返す。

10

#### 【0044】

代替経路の候補が設定された後、使用している経路のリンク状態が所定の状態になると、経路切替プロセス70において、代替経路への切り替えが行われる。例えば、何らかの理由によりリンクの品質がさらに悪化して切断されそうになると、代替経路の候補を設定させた端末は、代替経路の候補を正規の経路として切り替えるよう他の端末に指示をする。これにより、代替経路が宛先端末までの正規な経路となる。

20

#### 【0045】

次に本発明の実施の形態における無線端末の構成例について図面を参照して説明する。

#### 【0046】

図4は、本発明の実施の形態における無線端末100の一構成例を示す図である。この無線端末100は、通信処理部110と、制御部120と、表示部130と、操作部140と、メモリ600とを備え、これらの間をバス180が接続する構成となっている。また、通信処理部110にはアンテナ105が接続されている。通信処理部110は、アンテナ105を介して受信した信号からネットワークインターフェース層（データリンク層）のフレームを構成する。また、通信処理部110は、ネットワークインターフェース層のフレームをアンテナ105を介して送信する。また、通信処理部110は、アンテナ105を介して受信した信号について信号ノイズ比（S/N比）を検出して制御部120に報告する。

30

#### 【0047】

制御部120は、無線端末100全体を制御する。例えば、通信処理部110により構成されたフレームを参照して所定の処理を行う。制御部120は、タイマ125を有し、時間を計測する。また、制御部120は、フレームもしくはパケットのエラー率を算出する。

#### 【0048】

表示部130は、所定の情報を表示するものであり、例えば、液晶ディスプレイ等が用いられ得る。操作部140は、無線端末100に対して外部から操作指示を行うためのものであり、例えば、キーボードやボタンスイッチ等が用いられ得る。

40

#### 【0049】

メモリ600は、制御部120の動作に必要なデータを保持するものであり、次に説明するように、自端末に接続する経路に関する情報を保持する経路テーブル610と、他の端末に送信されるデータを保持するデータバッファ620とを含む。

#### 【0050】

図5は、本発明の実施の形態における無線端末100に保持される経路テーブル610の構成例を示す図である。経路テーブル610は、経路エントリとして、宛先アドレス611と、転送先アドレス612と、宛先ホップ数613と、リンク状態614と、シーケンス番号615と、先行リスト617とを保持する。宛先アドレス611は、その経路の最

50

終的な宛先端末のアドレスを示す。ここでアドレスとは、端末を一意に識別できるものであればよく、例えば、MAC (Media Access Control) アドレスや IP (Internet Protocol) アドレス等を用いることができる。転送先アドレス 612 は、対応する宛先アドレス 611 に到達するために次に転送すべき端末のアドレスを示す。

#### 【0051】

宛先ホップ数 613 は、対応する宛先アドレス 611 に到達するために必要なリンクの数  
を示す。例えば、図 1 (b) の例では、端末 C から端末 S に到達するためには途中で端末  
A を介して、合計 2 つのリンクを経る必要があるのでホップ数は「2」となる。リンク状  
態 614 は、対応する転送先アドレス 612 との間のリンクについて、その状態を示すも  
のである。このリンク状態については後述する。

10

#### 【0052】

シーケンス番号 615 は、過去に作成された経路と新規に作成された経路との間で生じ得  
るループを回避するためのものである。このシーケンス番号 615 の大小を比較すること  
により、何れの経路が新規のものであるかを判断することができる。

#### 【0053】

先行リスト 617 は、その経路の宛先アドレス 611 とは逆方向の端末のアドレス群を示  
すものである。例えば、端末 D から端末 C を介し、さらに端末 A を介して端末 S に向かう  
経路が存在する場合、端末 C の経路テーブル 610 において、宛先アドレス 611 を端末  
S、転送先アドレス 612 を端末 A とする経路エントリの先行リスト 617 は端末 D を含  
むことになる。ここで、例えば、端末 X から端末 C を介し、さらに端末 A を介して端末 S  
に向かうデータの流れがさらにあったとすると、その先行リスト 617 はさらに端末 X を  
含むことになる。この先行リスト 617 は、代替経路が発見できなかった場合の経路エラ  
ーメッセージの送信先となる。

20

#### 【0054】

次に本発明の実施の形態におけるリンク状態の状態遷移について図面を参照して説明する  
。

#### 【0055】

図 6 は、本発明の実施の形態のリンク状態管理プロセス 40 における状態遷移の一例を示  
す図である。リンク状態としては、有効状態 (V 状態: Valid) 41、無効状態 (I  
状態: Invalid) 42、切断状態 (B 状態: Break) 43、不安定状態 (S 状  
態: Stretched) 44、候補状態 (C 状態: Candidate) 45 という 5  
つの状態を持ち得る。

30

#### 【0056】

有効状態 41 は、正規の経路として設定されている状態である。無効状態 42 は、経路と  
しては使用されていない状態であるが、経路テーブル 610 には経路エントリが保持され  
ているものである。一方、切断状態 43 も経路としては使用されていない状態であるが、  
既に経路テーブル 610 から削除されているものである。この切断状態 43 を想定するこ  
とにより、経路エントリを最小限に抑えて空きメモリを増大させ、管理コストを下げるこ  
とができる。

40

#### 【0057】

不安定状態 44 は、それまで有効状態 41 であったリンクがリンク品質の悪化によって不  
安定になった状態を示すものである。例えば電波の受信状況が悪化してくる場合や、人体  
遮蔽により電波が通りにくくなっている場合などが考えられる。ただし、この不安定状態  
44 においても、多少通信に問題はあるものの、全く通信できない程の状態ではないもの  
とする。候補状態 45 は、代替経路探索プロセス 60 により代替経路の候補として設定さ  
れた状態であり、使用可能ではあるがこの時点ではまだ正規の経路として使用されてい  
ない状態である。

#### 【0058】

最初に経路発見プロセス 20 において経路が設定されると有効状態 41 となるが、その後

50

、リンクの品質が悪化すると不安定状態 4 4 に遷移する。また、有効状態 4 1 において経路が使用されず所定時間が経過すると、タイムアウトとして無効状態 4 2 に遷移する。また、代替経路が正規の経路として切り替わると、元の有効状態 4 1 のリンクは無効状態 4 2 に遷移する。

【0059】

不安定状態 4 4 になると、代替経路探索プロセス 6 0 により代替経路が発見される。代替経路が正規の経路として切り替わると、元の不安定状態 4 4 のリンクは無効状態 4 2 に遷移する。また、不安定状態 4 4 において経路が使用されず所定時間が経過すると、タイムアウトとして無効状態 4 2 または切断状態 4 3 に遷移する。なお、不安定状態 4 4 において、さらにリンクの品質が悪化して全く通信不可能な状態になると切断状態 4 3 に遷移するが、リンクの品質が改善した場合には再び有効状態 4 1 に戻る。

10

【0060】

候補状態 4 5 においてその代替経路が正規の経路として切り替わると有効状態 4 1 に遷移する。一方、候補状態 4 5 においてさらにリンクの品質が悪化して全く通信不可能な状態になったり、そのまま経路が使用されず所定時間が経過すると、タイムアウトとして切断状態 4 3 に遷移して経路テーブル 6 1 0 から削除される。

【0061】

また、無効状態 4 2 においてさらにリンクの品質が悪化して全く通信不可能な状態になるか、そのまま所定時間が経過すると切断状態 4 3 に遷移して経路テーブル 6 1 0 から削除される。一方、有効状態 4 1 にある経路は通信ができないくらい急激に品質が劣化したとしても一旦必ず不安定状態 4 4 に遷移するものとし、切断状態 4 3 には直接遷移しないものとする。

20

【0062】

なお、この状態遷移におけるリンクの品質の良否は、通信処理部 1 1 0 により検出された物理層の信号ノイズ比や制御部 1 2 0 により算出された MAC 副層のエラー率に基づいて、制御部 1 2 0 により判断される。また、タイムアウトの判断は、制御部 1 2 0 のタイム 1 2 5 を基準として判断される。

【0063】

次に本発明の実施の形態におけるパケット構成について図面を参照して説明する。

【0064】

図 7 は、本発明の実施の形態の経路情報通知プロセス 5 0 において使用される経路情報通知パケット 8 3 0 の一構成例を示す図である。この経路情報通知パケット 8 3 0 は、経路テーブル 6 1 0 におけるリンク状態 6 1 4 が有効状態（V 状態）4 1 から不安定状態（S 状態）4 4 に遷移した際に、そのリンクに接続する送信側の端末が送信するものである。この経路情報通知パケット 8 3 0 は、パケットタイプ 8 3 1 と、リンク状態 8 3 2 と、発信アドレス 8 3 3 と、上流アドレス 8 3 4 と、下流アドレス 8 3 5 と、データ保持時間 8 3 6 とを含んでいる。

30

【0065】

パケットタイプ 8 3 1 は、パケットの種別を表すフィールドであり、この経路情報通知パケット 8 3 0 の場合は、経路情報通知パケットであることが示される。リンク状態 8 3 2 は、そのリンクの現在のリンク状態を表すフィールドである。本発明の実施の形態では、このリンク状態 8 3 2 として、有効状態（V 状態）4 1 および不安定状態（S 状態）4 4 の何れかを想定するが、これ以外の状態であっても送信することはできるようにしてよい。

40

【0066】

発信アドレス 8 3 3 は、その経路を使用してデータを送信している端末のアドレスを表すフィールドである。上流アドレス 8 3 4 および下流アドレス 8 3 5 は、リンク状態 8 3 2 を有するリンクを特定する端末のアドレスを表すフィールドである。すなわち、上流アドレス 8 3 4 は、そのリンクに接続する送信側の端末であり、この経路情報通知パケット 8 3 0 を送信する端末のアドレスを表す。また、下流アドレス 8 3 5 は、そのリンクに接続

50

する受信側の端末であり、この経路情報通知パケット 830 を送信する端末の次ホップに該当する端末のアドレスを表す。

【0067】

データ保持時間 836 は、この経路情報通知パケット 830 を受信した端末がその送信中のデータをデータバッファ 620（図 4）にどれ位の時間保持しておくべきかを指定するフィールドである。例えば、数ミリ秒から数秒の間、データを保持しておくべき旨を指定することができる。一方、保持させない場合には、このデータ保持時間 836 には「0」値を設定しておく。無線端末 100 は、経路情報通知パケット 830 を受信した後、このデータ保持時間 836 を経過するまでの間に経路エラーメッセージを受け取らなければデータバッファ 620 に保持していたデータを破棄する。

10

【0068】

図 8 は、本発明の実施の形態の代替経路探索プロセス 60 において使用される経路要求パケット 810 の一構成例を示す図である。この経路要求パケット 810 は、経路テーブル 610 におけるリンク状態 614 が有効状態（V 状態）41 から不安定状態（S 状態）44 に遷移した際に、そのリンクに接続する送信側の端末が送信するものである。この経路要求パケット 810 は、パケットタイプ 811 と、代替フラグ 812 と、ホップカウント 813 と、要求識別子 814 と、宛先アドレス 815 と、宛先シーケンス番号 816 と、発信アドレス 817 と、代行アドレス 818 と、発信シーケンス番号 819 とを含んでいる。

【0069】

パケットタイプ 811 は、パケットの種別を表すフィールドであり、この経路要求パケット 810 の場合は、経路要求パケットであることが示される。代替フラグ 812 は、その経路要求パケット 810 が当初の経路設定のために使用されているのか、もしくは代替経路の候補を設定するために使用されているのかを表示するフィールドである。例えば、代替フラグ 812 が「OFF」であれば通常の経路要求であり、代替フラグ 812 が「ON」にセットされていれば代替経路の候補を設定するための特別な経路要求であることがわかる。この代替フラグ 812 がセットされている経路要求パケット 810 は、不安定状態 44 以外の端末にマルチプルユニキャスト転送される。また、この代替フラグ 812 がセットされている経路要求パケット 810 を受信した端末においては、後述のシーケンス番号やホップ数の制限に制約されずに経路要求元に対する経路情報が作成される。

20

30

【0070】

ホップカウント 813 は、発信アドレス 817 から経てきたリンクの数を表すフィールドである。要求識別子 814 は、その経路要求パケット 810 に係る経路要求を一意に識別するための識別子を表すフィールドである。この要求識別子 814 は、発信アドレス 817 から宛先アドレス 815 まで経路要求が転送されていく過程において変更されない。

【0071】

宛先アドレス 815 は、設定すべき経路の終点となる端末のアドレスを表すフィールドであり、この宛先アドレス 815 がその経路要求パケット 810 の最終的な宛先端末のアドレスを表す。この経路要求パケット 810 により、宛先アドレス 815 までの経路が設定される。宛先シーケンス番号 816 は、宛先アドレス 815 に向けた経路上にある端末が過去に受信した最大のシーケンス番号を表すフィールドである。

40

【0072】

発信アドレス 817 は、設定すべき経路の始点となる端末のアドレスを表すフィールドである。代替フラグ 812 がセットされていない場合にはこの発信アドレス 817 がその経路要求パケット 810 を最初に発信した発信端末のアドレスを表すが、代替フラグ 812 がセットされている場合には次の代行アドレス 818 がその経路要求パケット 810 を最初に発信した発信端末のアドレスを表すことになる。代行アドレス 818 は、代替フラグ 812 がセットされている場合において、その経路要求パケット 810 を代行して発信した端末のアドレスを表すフィールドである。

【0073】

50

発信シーケンス番号 819 は、発信端末の現在のシーケンス番号を表すフィールドであり、その発信端末に向けて経路を設定した端末にとっての宛先シーケンス番号となる。

【0074】

図 9 は、本発明の実施の形態の代替経路探索プロセス 60 において使用される経路返答パケット 820 の一構成例を示す図である。この経路返答パケット 820 は、経路要求パケット 810 の宛先アドレス 815 に示された端末がその経路要求パケット 810 に対する返答として送信するものである。この経路返答パケット 820 は、パケットタイプ 821 と、代替フラグ 822 と、ホップカウント 823 と、宛先アドレス 825 と、宛先シーケンス番号 826 と、発信アドレス 827 と、代行アドレス 828 と、残存時間 829 とを含んでいる。

10

【0075】

パケットタイプ 821 は、パケットの種別を表すフィールドであり、この経路返答パケット 820 の場合は、経路返答パケットであることが示される。代替フラグ 822 は、代替フラグ 812 と同様に、その経路返答パケット 820 が当初の経路設定のために使用されているのか、もしくは代替経路の候補を設定するために使用されているのかを表示するフィールドである。この代替フラグ 822 がセットされている経路返答パケット 820 は、代行アドレス 818 に示される端末によって受信されると、それ以上転送されなくなる。

【0076】

ホップカウント 823 は、宛先アドレス 825 から経てきたリンクの数を表すフィールドである。宛先アドレス 825 は、設定すべき経路の終点となる端末のアドレスを表すフィールドであり、この宛先アドレス 825 がその経路返答パケット 820 を発信した端末のアドレスを表す。宛先シーケンス番号 826 は、宛先アドレス 825 に向けた経路上にある端末が過去に受信した最大のシーケンス番号を表すフィールドである。

20

【0077】

発信アドレス 827 は、設定すべき経路の始点となる端末のアドレスを表すフィールドである。代行アドレス 828 は、代替フラグ 822 がセットされている場合において、その経路返答パケット 820 の最終的宛先となる端末のアドレスを表すフィールドである。残存時間 829 は、その経路の残存時間を表すフィールドであり、上述のタイムアウトを判断するために用いられる。

【0078】

図 10 は、本発明の実施の形態の代替経路探索プロセス 60 において使用される経路エラーパケット 840 の一構成例を示す図である。この経路エラーパケット 840 は、代替経路探索プロセス 60 においてリンクの品質が悪化したことをきっかけに代替経路を検索しても発見できなかった場合に、そのリンクに接続する送信側の端末が送信するものである。この経路エラーパケット 840 は、パケットタイプ 841 と、未到達宛先アドレス 842 とを含んでいる。パケットタイプ 841 は、パケットの種別を表すフィールドであり、この経路エラーパケット 840 の場合は、経路エラーパケットであることが示される。

30

【0079】

未到達宛先アドレス 842 は、経路エラーパケット 840 の送信端末において代替経路を検索しても発見できなかったその経路の宛先アドレスを表すフィールドである。経路エラーパケット 840 を受信した端末は、この未到達宛先アドレス 842 を参照して、経路テーブル 610 の宛先アドレス 611 (図 5) と一致する経路エントリにおいてリンク状態 614 を有効状態から不安定状態に変更して、自端末からの代替経路の検索を行う。この検索によっても代替経路を発見できなかった場合には、経路エントリのリンク状態 614 を不安定状態から無効状態に変更（もしくは削除）して、先行リスト 617 に記されたアドレスに対して経路エラーパケット 840 を転送する。

40

【0080】

図 11 は、本発明の実施の形態の経路切替プロセス 70 において使用される経路切替パケット 850 の一構成例を示す図である。この経路切替パケット 850 は、代替経路の候補を設定するために経路要求パケット 810 を送信した端末がその代替経路の候補を正規の

50

経路として切り替えるために送信するものである。この経路切替パケット 850 は、通常のデータパケットを利用することができる。例えば、図 11 のように、ペイロード部 856 にデータ 857 を含むデータパケットにおいて、ヘッダ部 851 の定義を一部変更することにより実現することができる。但し、IPv4 のようにヘッダ部を変更できない場合には、同様の情報を含む経路切替パケット 850 を制御パケットとして送信した後にデータパケットを送信するようにしてもよい。

#### 【0081】

データパケットを利用した経路切替パケット 850 のヘッダ部 851 は、通常の宛先アドレス 852 および発信アドレス 853 に加えて、経路切替フラグ 854 が追加されている。この経路切替フラグ 854 が「ON」にセットされているデータパケットを受信した端末は、代替経路の候補を正規の経路として切り替える。すなわち、経路テーブル 610 において、宛先アドレス 611 が宛先アドレス 852 と一致する経路エントリを探し、そのような経路エントリにおけるリンク状態 614 を候補状態 45 から有効状態 41 に変更する。また、それに先だって、宛先アドレス 611 が宛先アドレス 852 と一致する経路エントリにおいてリンク状態 614 が有効状態 41 もしくは不安定状態 44 のものがあれば無効状態 42 に変更しておく。

#### 【0082】

次に本発明の実施の形態における各プロセスにおける動作について図面を参照して説明する。

#### 【0083】

図 12 は、本発明の実施の形態において端末 C が経路情報通知パケット 830 を送信する際の経路を示す図である。ここでは、端末 S から端末 D へデータの送信が行われるに際して、端末 A、端末 B および端末 C を介した経路が使用されているものとする。端末 C と端末 D との間のリンクの品質が悪化して不安定状態になると、端末 C は経路情報通知パケット 830 を端末 B に送信する。この場合、図 7 の経路情報通知パケット 830 において、発信アドレス 833 はデータ送信元である端末 S のアドレス、上流アドレス 834 はこの経路情報通知パケット 830 を送信する端末 C のアドレス、下流アドレス 835 は次ホップの端末 D のアドレスをそれぞれ示す。リンク状態 832 としては不安定状態であることを示す。

#### 【0084】

この経路情報通知パケット 830 を受信した端末 B は、それ以降、端末 C に対して送信するデータを自端末のデータバッファ 620 に保持する。端末 B は、この経路情報通知パケット 830 をさらに上流の端末 A に転送する。これにより、端末 A も、それ以降、端末 B に対して送信するデータを自端末のデータバッファ 620 に保持するようになる。同様に、端末 A は、この経路情報通知パケット 830 をさらに上流の端末 S に転送する。これにより、端末 S も、それ以降、端末 A に対して送信するデータを自端末のデータバッファ 620 に保持するようになる。端末 S は、データの送信元であり、発信アドレス 833 と自端末のアドレスとが一致することから、それ以上の転送は行わない。

#### 【0085】

図 13 は、本発明の実施の形態において端末 C が経路エラーパケット 840 を送信する際の経路を示す図である。図 12 で端末 C が経路情報通知パケット 830 を送信した後、端末 C は不安定状態となっている端末 C と端末 D との間の経路に代わる代替経路を検索するために、経路要求パケット 810 を送信する。端末 C から見ると端末 D 以外の隣接端末は端末 B および端末 G である。端末 B は現在の経路の先行リスト 617 に含まれているため、端末 B を介する経路はこの段階では検索されない。ここで、図 13 に示すように、端末 C と端末 G との間の経路が既に切断されていたとすると、端末 G を介する経路も見えない。従って、端末 C はそれ以外の経路を見えない。そこで、端末 C は端末 B に対して経路エラーパケット 840 を送信する。

#### 【0086】

この経路エラーパケット 840 を受信した端末 B は、端末 B と端末 D との間の代替経路を

検索するために、経路要求パケット 810 を送信する。端末 B から見ると端末 C 以外の隣接端末は端末 A および端末 F である。端末 A は現在の経路の先行リスト 617 に含まれているため、端末 A を介する経路はこの段階では検索されない。ここで、図 13 に示すように、端末 F と端末 G との間の経路および端末 F と端末 I との間の経路が既に切断されていたとすると、端末 B はそれ以外の経路を発見できない。そこで、端末 B は端末 A に対して経路エラーパケット 840 を転送する。

【0087】

この経路エラーパケット 840 を受信した端末 A は、端末 A と端末 D との間の代替経路を検索するために、経路要求パケット 810 を送信する。端末 A から見ると端末 B 以外の隣接端末は端末 S および端末 E である。端末 S は現在の経路の先行リスト 617 に含まれているため、端末 S を介する経路はこの段階では検索されない。端末 E については、図 13 に示すように端末 F との間の経路が切断されているが、端末 H への経路はつながっている。端末 A から送信された経路要求パケット 810 は、端末 E から端末 H、端末 I および端末 J によって、端末 D に到達するまで転送される。この過程で、経路上の端末における経路テーブル 610 には、端末 D から端末 S に向けた経路が設定される。この段階では、この経路上のリンク状態 614 は候補状態となっている。

【0088】

経路要求パケット 810 を受信した端末 D は、端末 J に対して経路返答パケット 820 を送信する。この経路返答パケット 820 は、経路要求パケット 810 の転送されてきた経路を逆方向に転送されていく。この過程で、経路上の端末における経路テーブル 610 には、端末 S から端末 D に向けた経路が設定される。この段階では、この経路上のリンク状態 614 は候補状態となっている。

【0089】

図 14 は、本発明の実施の形態において端末 S と端末 D との間に代替経路に切り替えられた状態を示す図である。上述のように経路要求パケット 810 および経路返答パケット 820 により代替経路が設定された段階では経路上のリンク状態 614 は候補状態となっている。これを正規の経路に切替えるために、端末 A は経路切替パケット 850 を端末 E に送信する。この経路切替パケット 850 を受信した代替経路上の端末 E は、元の経路を無効状態に変更した後に、候補状態のリンクを有効状態に変更する。そして、この経路切替パケット 850 は、端末 E から端末 H、端末 I および端末 J によって、端末 D に到達するまで転送される。これにより、代替経路が正規の経路として切替えられる。

【0090】

図 15 は、本発明の実施の形態における経路情報通知前後の端末 A のデータ送信タイミングを示す図である。図 15 (a) は、端末 A から端末 B にデータ送信がされる際のデータの流れが示されている。端末 A がデータ d1 から d3 を送信したところで、経路情報通知パケット 830 を受信したとすると、d4 以降のデータは、端末 B に送信されるとともに、図 15 (b) に示されるように端末 A のデータバッファ 620 に保持される。

【0091】

端末 A が d3 を送信したところで、端末 E に経路を切替える旨の経路切替パケット 850 を受信したとすると、次に端末 A は端末 E にデータを送信する。このとき、端末 A は次のデータ d7 を送信するのではなく、データバッファ 620 に保持されていたデータ d4 から d6 を先に送信する。そして、データバッファ 620 に保持されていたデータ d4 から d6 の端末 E への送信が終了すると、端末 A は次いでデータ d7 以降を端末 E に送信していく。これにより、経路切替の際に切替途中の送信データを漏らすことなく送信することができる。なお、その結果、端末 B を介した元の経路によるデータ d4 から d6 が端末 D によって重複して受信されてしまう可能性もあるが、その場合には端末 D は後から到達したデータを破棄するので問題は生じない。

【0092】

次に本発明の実施の形態の各端末における処理方法について図面を参照して説明する。

【0093】

10

20

30

40

50



図16は、本発明の実施の形態における無線端末100が経路情報通知パケット830を受信した場合の処理手順を示す流れ図である。無線端末100は、経路情報通知パケット830を受信すると（ステップS911）、その経路情報通知パケット830の発信アドレス833が自端末のアドレスでなければ（ステップS912）、その経路情報通知パケット830を発信アドレス833に向けて転送する（ステップS913）。また、この経路情報通知パケット830のリンク状態832が不安定状態または切断状態以外（すなわち、有効状態、無効状態または候補状態）であれば（ステップS914）、次の経路情報通知パケット830を受信する（ステップS911）。

【0094】

ステップS914において、リンク状態832が不安定状態または切断状態であると判断すると、無線端末100は現在の経路における送信データをデータバッファ620に保持する（ステップS915）。そして、データ保持時間836を経過する前に（ステップS917）、経路エラーパケット840を受信すると、自端末から宛先端末への代替経路を検索する（ステップS920）。これについては、図17を参照して後述する。

【0095】

一方、データバッファ620への保持（ステップS915）を開始してからデータ保持時間836を経過すると（ステップS917）、データバッファ620に保持していたデータを廃棄する（ステップS918）。

【0096】

図17は、本発明の実施の形態における無線端末100が経路エラーパケット840を受信した場合の処理手順を示す流れ図である。無線端末100は、経路エラーパケット840を受信すると（ステップS921）、自端末から宛先端末への代替経路を検索するために経路要求パケット810を送信する（ステップS922）。この経路要求パケット810に対して経路返答パケット820を受信すれば、宛先端末への代替経路が発見されたことになるので（ステップS923）、経路切替パケット850を送信することにより代替経路への切り替えを行う（ステップS960）。これら経路検索から経路切替の手順については、図18から図20を参照して後述する。

【0097】

ステップS923において経路が発見できなかった場合には、その経路エントリを経路テーブル610から削除もしくは無効状態にして（ステップS924）、データバッファ620に保持していたデータを廃棄する（ステップS925）。そして、自端末がデータの送信元でなければ（ステップS926）、その経路エラーパケット840を先行リスト617に記載されたアドレスに向けて転送する（ステップS927）。

【0098】

図18は、本発明の実施の形態における無線端末100が経路要求パケット810を受信した場合の処理手順を示す流れ図である。無線端末100は、経路要求パケット810を受信すると（ステップS931）、その経路要求パケット810の要求識別子814を参照することにより、重複して受信していないかどうかを判断する（ステップS932）。既に同じ要求識別子を有する経路要求パケットを受信していれば、後から受信したその経路要求パケット810を廃棄する（ステップS943）。

【0099】

ステップS932において重複受信ではないと判断した場合には、その経路要求パケット810の要求識別子814を記録して（ステップS933）、その後の重複受信の判断に利用する。そして、その経路要求パケット810の代替フラグ812を参照して、「ON」にセットされているか、すなわち代替経路発見のための経路要求であるかを判断する（ステップS934）。代替経路発見のための経路要求であれば、以下のステップS935およびS936の判断は行わずに経路要求元への経路情報を作成する（ステップS937）。

【0100】

ステップS934において代替経路発見のための経路要求でなく通常の（最初の）経路要

10

20

30

40

50

求であると判断されると、シーケンス番号のチェック（ステップS 9 3 5）およびホップカウントのチェック（ステップS 9 3 6）が行われる。すなわち、経路要求パケット8 1 0の宛先シーケンス番号8 1 6が現在設定されている経路のシーケンス番号6 1 5よりも新しいものであれば、経路要求元への経路情報を作成する（ステップS 9 3 7）。一方、経路要求パケット8 1 0の宛先シーケンス番号8 1 6が現在設定されている経路のシーケンス番号6 1 5よりも古いものであれば、経路情報の作成（ステップS 9 3 7）は行わない。また、経路要求パケット8 1 0の宛先シーケンス番号8 1 6が現在設定されている経路のシーケンス番号6 1 5と一致する場合には、経路要求パケット8 1 0のホップカウント8 1 3と現在設定されている経路の宛先ホップ数6 1 3とを比較して、経路要求パケット8 1 0のホップカウント8 1 3の方が短ければ、経路要求元への経路情報を作成する（ステップS 9 3 7）。

10

#### 【0 1 0 1】

ステップS 9 3 7において経路要求元への経路情報を作成する際には、具体的には以下の処理を行う。すなわち、経路要求パケット8 1 0の宛先シーケンス番号8 1 6をシーケンス番号6 1 5に設定し、経路要求パケット8 1 0のホップカウント8 1 3に「1」を加えたものを宛先ホップ数6 1 3に設定し、その経路要求パケット8 1 0を送信した近隣端末のアドレスを転送先アドレス6 1 2に設定する。また、通常の（最初の）経路要求であればリンク状態6 1 4を有効状態とするが、代替経路発見のための経路要求であればリンク状態6 1 4を候補状態とする。

#### 【0 1 0 2】

そして、経路要求パケット8 1 0の宛先アドレス8 1 5が自端末のアドレスであれば（ステップS 9 3 8）、この経路要求パケット8 1 0に対して経路返答パケット8 2 0を送信する（ステップS 9 4 1）。一方、経路要求パケット8 1 0の宛先アドレス8 1 5が自端末のアドレスでなければ、その経路要求パケット8 1 0を他の端末に転送する（ステップS 9 4 2）。このとき、通常の（最初の）経路要求であればブロードキャストにより送信するが、代替経路発見のための経路要求であれば不安定状態のリンクに接続する端末以外の端末であって且つ先行リスト6 1 7（図5）に記載されていない端末に対してマルチプルユニキャストにより送信する。

20

#### 【0 1 0 3】

図19は、本発明の実施の形態における無線端末100が経路返答パケット820を受信した場合の処理手順を示す流れ図である。無線端末100は、経路返答パケット820を受信すると（ステップS 9 5 1）、経路返答送信元への経路情報を作成する（ステップS 9 5 2）。

30

#### 【0 1 0 4】

そして、経路返答パケット820の発信アドレス827が自端末のアドレスと一致する場合には（ステップS 9 5 3）、通常の経路が設定されたことになるため、そのまま処理を終了する。一方、経路返答パケット820の発信アドレス827が自端末のアドレスと一致しない場合には、さらに代替フラグ822を調べ（ステップS 9 5 4）、代替フラグ822がセットされていなければ通常の経路返答であると解釈して、その経路返答パケット820をさらに転送する（ステップS 9 5 6）。

40

#### 【0 1 0 5】

ステップS 9 5 4において代替フラグ822がセットされていれば、さらに代行アドレス828を調べ（ステップS 9 5 5）、代行アドレス828が自端末のアドレスと一致しない場合にはその経路返答パケット820をさらに転送する（ステップS 9 5 6）。一方、代行アドレス828が自端末のアドレスと一致する場合には、自端末から送信した代替経路要求に対する返答が戻ってきたことになるため、そのまま処理を終了する。

#### 【0 1 0 6】

図20は、本発明の実施の形態における無線端末100が経路切替パケット850を受信した場合の処理手順を示す流れ図である。無線端末100は、データパケットを受信すると（ステップS 9 6 1）、そのデータパケットの経路切替フラグ854がセットされてい

50

るか否かを調べる（ステップS 9 6 2）。経路切替フラグ8 5 4がセットされていなければ、通常のデータパケットであるため、経路の切替えは行わない。

【0 1 0 7】

ステップS 9 6 2において経路切替フラグ8 5 4がセットされていると判断した場合には、そのデータパケットは経路切替パケット8 5 0であるため、以下の手順で経路の切替えを行う。まず、経路テーブル6 1 0で、宛先アドレス6 1 1が宛先アドレス8 5 2と一致する経路エントリにおいてリンク状態6 1 4が有効状態もしくは不安定状態のものがあれば（ステップS 9 6 3）、無効状態に変更しておく（ステップS 9 6 4）。そして、経路テーブル6 1 0で、宛先アドレス6 1 1が宛先アドレス8 5 2と一致する経路エントリにおいてリンク状態6 1 4を候補状態から有効状態に変更する（ステップS 9 6 5）。 10

【0 1 0 8】

そして、宛先アドレス8 5 2が自端末のアドレスと一致すれば（ステップS 9 6 6）、そのまま処理を終了する。一方、宛先アドレス8 5 2が自端末のアドレスと一致しなければ、そのデータパケットを経路テーブル6 1 0に従って他の端末に転送する（ステップS 9 6 7）。

【0 1 0 9】

このように、本発明の実施の形態によれば、経路発見プロセス2 0によって設定された経路上のリンク3 0の状態をリンク状態管理プロセス4 0により監視して、リンク品質が悪化した際に経路情報通知プロセス5 0によりリンク状態を通知した上で代替経路探索プロセス6 0により代替経路を検索する。これにより、通知を受けた端末は送信データの保持を開始し、その後の経路切替プロセス7 0における代替経路の切替えに備えることができる。 20

【0 1 1 0】

また、代替経路探索プロセス6 0においてある端末から代替経路を発見できなかった場合には送信側の隣接する端末に経路エラーが送信され、その経路エラーを受信した端末が代替経路を検索する。これにより、全ての経路を削除することなく、代替経路を設定することができる。すなわち、リンクの障害が頻繁に起こるような電波状況の劣悪なアドホックネットワーク環境においても安定した通信を行え、また、ノードの移動が頻繁に起こるアドホックネットワークの環境においても継続的に通信を行える信頼性の高いネットワークを提供することができる。 30

【0 1 1 1】

なお、ここでは本発明の実施の形態を例示したものであり、本発明はこれに限られず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変形を施すことができる。

【0 1 1 2】

また、ここで説明した処理手順はこれら一連の手順を有する方法として捉えてもよく、これら一連の手順をコンピュータに実行させるためのプログラム乃至そのプログラムを記憶する記録媒体として捉えてもよい。

【0 1 1 3】

【発明の効果】

以上の説明で明らかなように、本発明によると、無線アドホック通信システムにおいて、あるノードにおいて代替経路が発見できない場合に送信元に至る全ての経路を削除せずに途中ノードにおける修復を試みることができるという効果が得られる。 40

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態における無線アドホック通信システムで想定する無線アドホックネットワークの一例を示す図である。

【図 2】図 1 の例による無線アドホックネットワークにおいて経路を設定するための手順を示す図である。

【図 3】本発明の実施の形態における処理の概要を示す図である。

【図 4】本発明の実施の形態における無線端末 1 0 0 の一構成例を示す図である。

【図 5】本発明の実施の形態における無線端末 1 0 0 に保持される経路テーブル 6 1 0 の 50

構成例を示す図である。

【図 6】本発明の実施の形態のリンク状態管理プロセス 40 における状態遷移の一例を示す図である。

【図 7】本発明の実施の形態の経路情報通知プロセス 50 において使用される経路情報通知パケット 830 の一構成例を示す図である。

【図 8】本発明の実施の形態の代替経路探索プロセス 60 において使用される経路要求パケット 810 の一構成例を示す図である。

【図 9】本発明の実施の形態の代替経路探索プロセス 60 において使用される経路返答パケット 820 の一構成例を示す図である。

【図 10】本発明の実施の形態の代替経路探索プロセス 60 において使用される経路エラーパケット 840 の一構成例を示す図である。 10

【図 11】本発明の実施の形態の経路切替プロセス 70 において使用される経路切替パケット 850 の一構成例を示す図である。

【図 12】本発明の実施の形態において端末 C が経路情報通知を送信する際の経路を示す図である。

【図 13】本発明の実施の形態において端末 C が経路エラーを送信する際の経路を示す図である。

【図 14】本発明の実施の形態において端末 S と端末 D との間で代替経路に切り替えられた状態を示す図である。

【図 15】本発明の実施の形態における経路情報通知前後の端末 A のデータ送信タイミングを示す図である。 20

【図 16】本発明の実施の形態における無線端末 100 が経路情報通知パケット 830 を受信した場合の処理手順を示す流れ図である。

【図 17】本発明の実施の形態における無線端末 100 が経路エラーパケット 840 を受信した場合の処理手順を示す流れ図である。

【図 18】本発明の実施の形態における無線端末 100 が経路要求パケット 810 を受信した場合の処理手順を示す流れ図である。

【図 19】本発明の実施の形態における無線端末 100 が経路返答パケット 820 を受信した場合の処理手順を示す流れ図である。

【図 20】本発明の実施の形態における無線端末 100 が経路切替パケット 850 を受信した場合の処理手順を示す流れ図である。 30

#### 【符号の説明】

10 データ通信要求

20 経路発見プロセス

30 リンク

40 リンク状態管理プロセス

41 有効状態

42 無効状態

43 切断状態

44 不安定状態

45 候補状態

50 経路情報通知プロセス

60 代替経路探索プロセス

70 経路切替プロセス

100 無線端末

105 アンテナ

110 通信処理部

120 制御部

125 タイマ

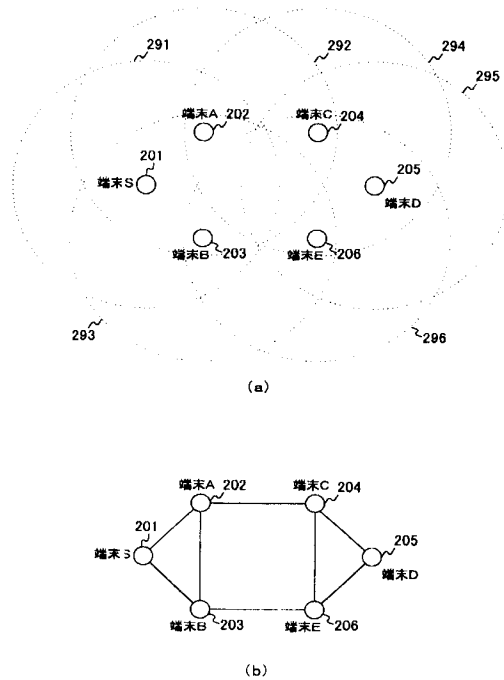
130 表示部

40

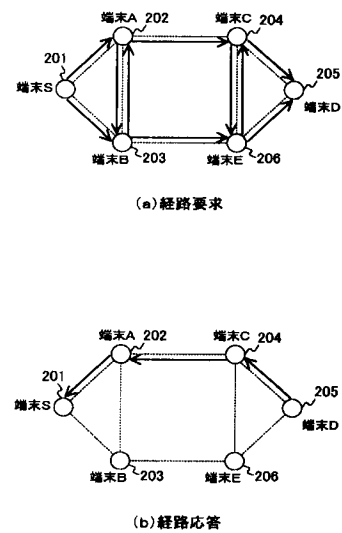
50

- 140 操作部
- 180 バス
- 201-211 無線端末
- 291-296 通信範囲
- 600 メモリ
- 610 経路テーブル
- 620 データバッファ
- 810 経路要求パケット
- 820 経路返答パケット
- 830 経路情報通知パケット
- 840 経路エラーパケット
- 850 経路切替パケット

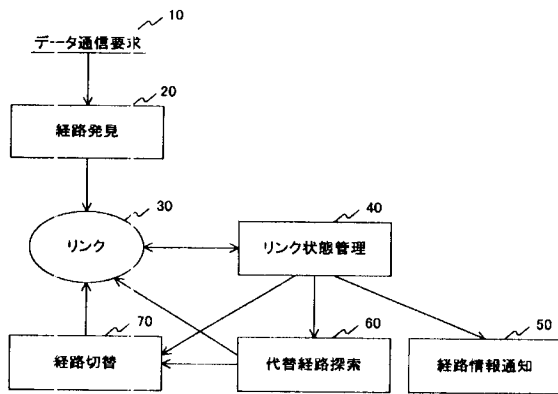
【図1】



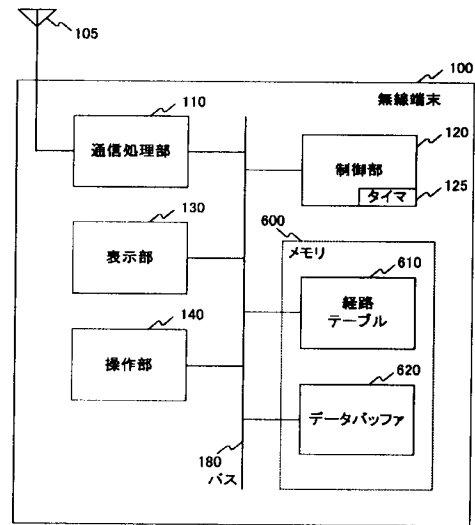
【図2】



【図 3】



【図 4】

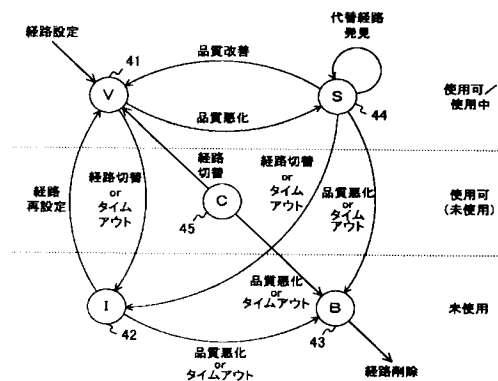


【図 5】

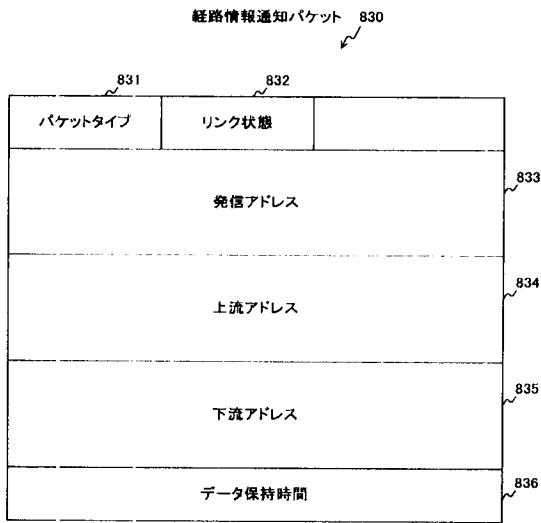
経路テーブル 610

宛先 アドレス 611	転送先 アドレス 612	宛先 ホップ数 613	リンク 状態 614	シーケンス 番号 615	先行 リスト 617
端末S	端末A	2	V	1	端末D
端末D	端末D	1	S	2	端末A
端末E	端末E	1	V	3	端末A

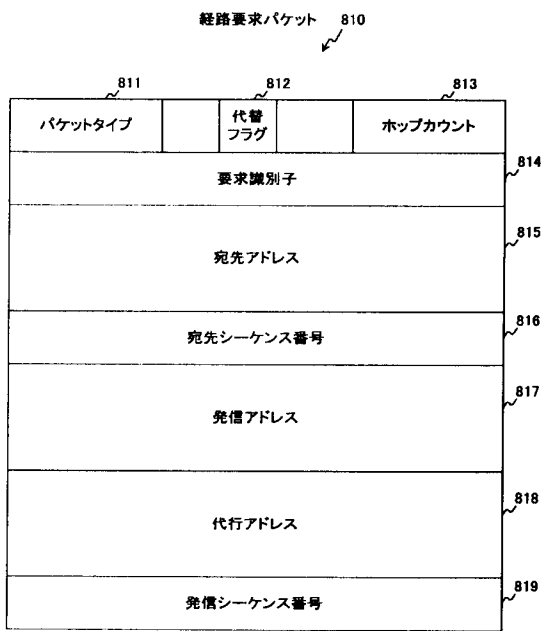
【図 6】



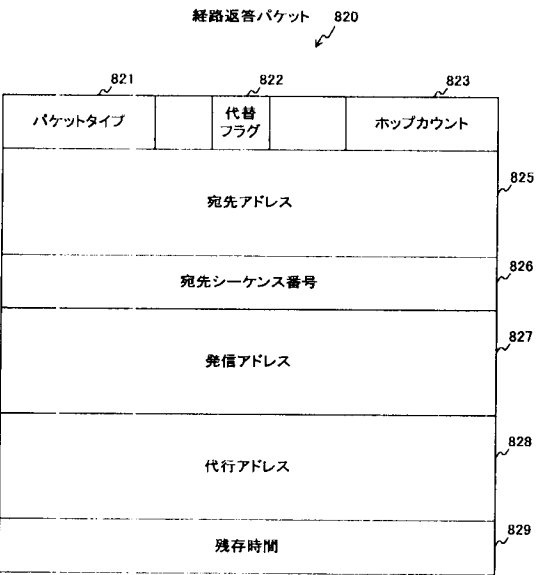
【図 7】



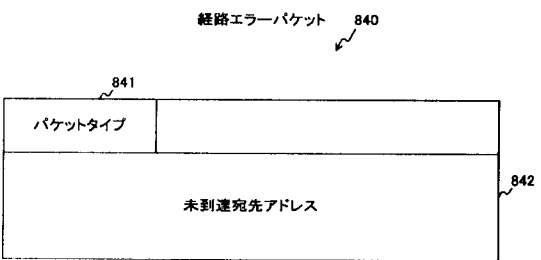
【図 8】



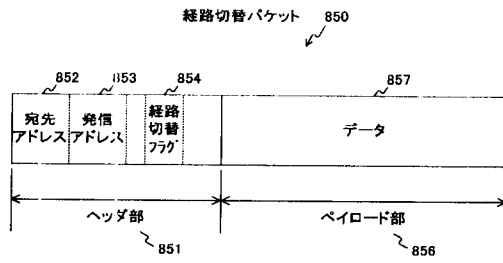
【図 9】



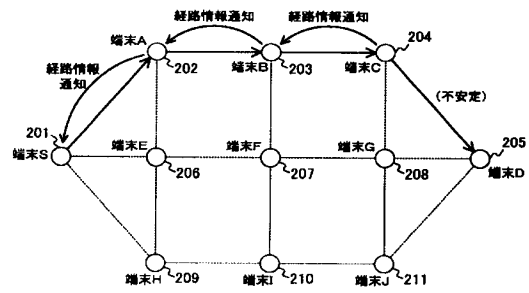
【図 10】



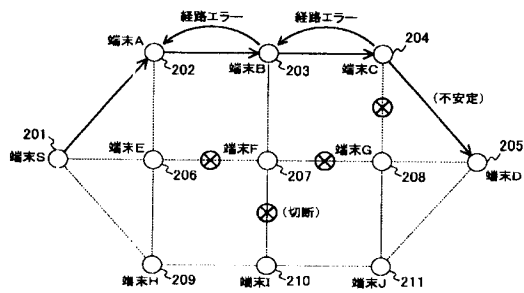
【図 1 1】



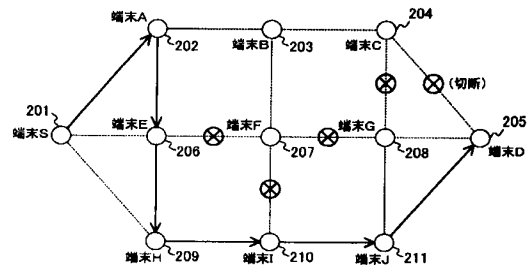
【図 1 2】



【図 1 3】

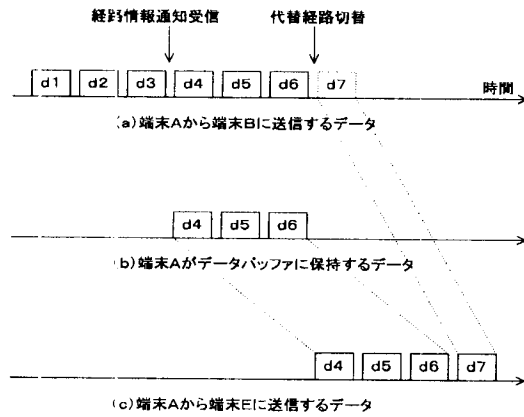


【図 1 4】

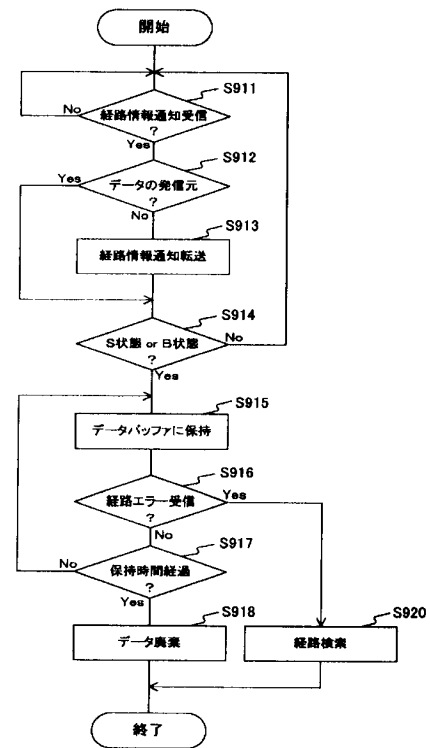




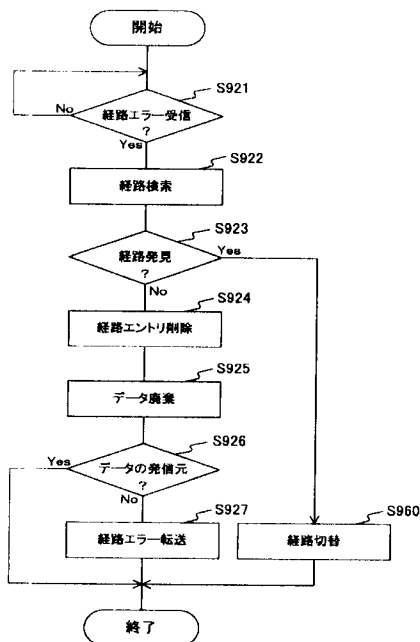
【図 15】



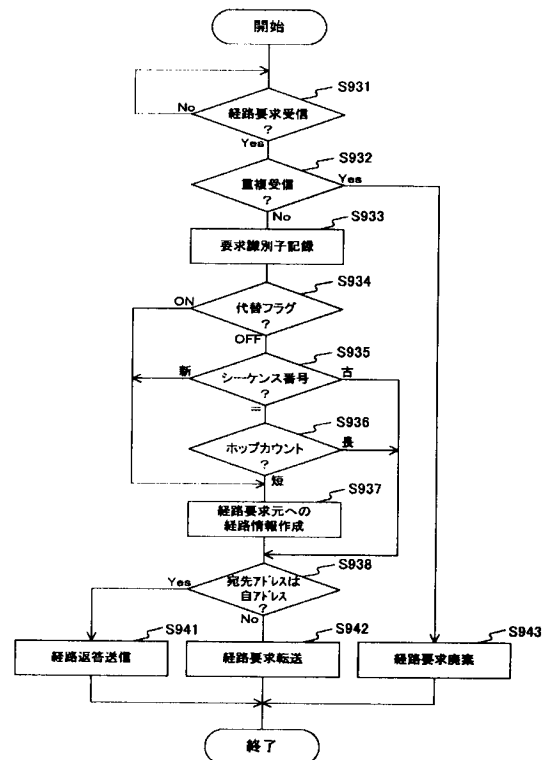
【図 16】



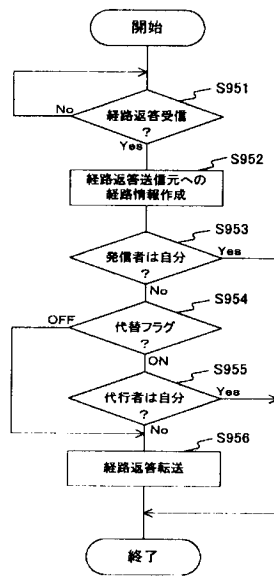
【図 17】



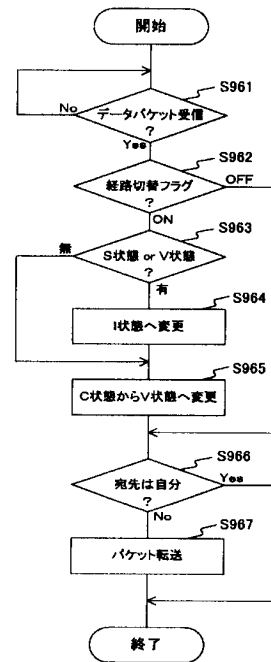
【図 18】



【図19】



【図20】



---

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 12/00-66